

Міністерство освіти і науки України

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ТЕХНІКА МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

Навчальний посібник
для студентів вищих навчальних закладів
зі спеціалізації «Інженерія логістичних систем»

*Рекомендовано
вченою радою НТУ «ХПІ»*

Харків
НТУ «ХПІ»
2018

УДК 164: 621.86
Т 38

*Рекомендовано вченою радою НТУ «ХПІ» як навчальний посібник
для студентів вищих навчальних закладів, протокол № 01 від 22.06.2017 р.*

Рецензенти: **Є. С. Венцель**, д-р техн. наук, проф., зав. каф. ПТБДМ і О,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет;
Н. М. Фідоровська, д-р техн. наук, проф.,
Українська інженерно-педагогічна академія

Авторський колектив:

<i>Григоров О. В.</i> , д-р техн. наук, професор;	<i>Стрижак М. Г.</i> , канд. техн. наук, доцент;
<i>Аніщенко Г. О.</i> , канд. техн. наук, доцент;	<i>Цебренько М. В.</i> , асистент;
<i>Стрижак В. В.</i> , канд. техн. наук, доцент;	<i>Окунь А. О.</i> , асистент;
<i>Петренко Н. О.</i> , канд. техн. наук, професор;	<i>Зюбанова Д. М.</i> , асистент.

Т 38 **Григоров О. В.**
Техніка матеріальних потоків логістичних систем : навч. посіб. /
О. В. Григоров, Г. О. Аніщенко, В. В. Стрижак та ін. – Харків : НТУ «ХПІ»,
2018. – 496 с.
ISBN _____

У навчальному посібнику розглянуто історію та етапи розвитку логістики, основні поняття логістики, сучасні логістичні стратегії. Наведено класифікацію сучасних засобів пакування та переміщення штучних вантажів, способи переробки навалочних вантажів. Подано класифікацію та конструктивні схеми технічних засобів, які забезпечують ефективний рух матеріальних потоків.

Призначено для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 131 Прикладна механіка, аспірантів та інженерів.

УДК 164: 621.86

ISBN _____

© Авторський колектив, 2018
© НТУ «ХПІ», 2018

ВСТУП

На цей час в Україні написано багато чудових навчальних посібників і монографій, що присвячені логістиці.

Вивчаючи ці труди, деякі з котрих нараховують по 500 сторінок і більше, можна помітити, що неясно, за допомогою якої техніки автори приходять до ефективних результатів. В жодному з посібників немає згадки про основні технічні рішення, які застосовуються в закордонній практиці, наприклад, щодо велосипедних кранів, річстакерів, реклаймерів, абзетцерів, різноманітних навантажувачів та розвантажувачів. При цьому у читача може виникнути думка, що треба тільки перейти до системи ЛІТ «Kanban» (точно вчасно), і тоді показники стрімко поліпшуються. Але, для цього має бути передумова – втілення новітньої техніки. Більш того, навіть у дисертаціях на здобуття ступеня кандидата та доктора наук немає спогаду про техніку. Така ж ситуація і на конференціях по логістиці українського масштабу.

У пропонованому навчальному посібнику автори базуються на своєму особистому досвіді, який набутий на стажуваннях у провідних наукових центрах, таких, як Магдебурзький університет, Дрезденський технічний університет, Дортмундський університет, Мішкольцький університет, Петрошанський університет, Фраунхофер-інститут логістики, Фраунхофер-інститут виробничих процесів та автоматизації, а також у різноманітних логістичних та колекторських центрах, таких, як «Отто», завод «Ауді», станції технічного обслуговування автомашин BMW, всесвітньовідомий завод «Егермейстер», німецька пошта, завод підйомно-транспортної техніки FAM, Кеттен, Еберсвальде, Барлебен, де протягом останніх 15–20 років працюють випускники кафедр. Різноманітний досвід з логістики набутий також на вітчизняних металургійних заводах (Донецький, Алчевський, завод Ілліча, завод Азовсталь), портах (Маріупольський, Іллічівський (Черноморський), Клайпедський, Бердянський), шахтах Донбасу, що перебувають у процесі проходки вертикальних створів; кар'єрах Кривбасу (Ц-ГОК, Ю-ГОК), Коркіно, Екібастуза та підприємствах підйомно-транспортного спрямування (Харківський завод ПТО, Александрівський завод ПТО, Узловський машинобудівний завод, Санкт-Петербурзький завод ПТО, Ржевський завод баштових кранів, Харцизький сталедертовий канатний завод) і т. д.

При підготовці цього навчального посібника були використані роботи відомих німецьких фахівців з техніки матеріальних потоків, таких, як Фрідріх Краузе, Дітріх Цимс, Рейнхард Юнеман, Ганс-Георг Марквардт, Міхаел Шенк, Йошка Челені, Бела Іллеш. Таким чином, основна увага була приділена техніці, за допомогою якої матеріальний потік рухається по логістичній системі.

Розділ 1.

ЛОГІСТИКА ЯК НАУКА ПРО УПРАВЛІННЯ МАТЕРІАЛЬНИМИ ПОТОКАМИ

1.1. Поняття й сутність логістики

Логістика – новий науково-практичний напрямок, який активно розвивається в країнах з ринковою економікою. Логістика як наука і практика управління матеріальними та пов'язаними з ними потоками фінансових ресурсів й інформації стає все більш затребуваною в Україні. Це обумовлено насамперед тим, що стан економіки в Україні вимагає високоефективних способів та методів управління підприємствами.

У підприємницькій діяльності логістика – це планування, управління та контроль за рухом сировини і матеріалів від постачальника до підприємства і далі у вигляді готової продукції до кінцевого споживача. Логістику можна розуміти як системний підхід до організації усього виробництва і розподілу готової продукції. Логістика є, насамперед, частиною загальної теорії управління, але виділяється з неї своєю специфікою – управлінням різними потоками, до яких відносяться матеріальні, товарні, транспортні, фінансово-кредитні, інформаційні потоки.

Таким чином, *логістику можна визначити як науку про оптимальне управління потоками, насамперед матеріальними й пов'язаними з ними фінансовими та інформаційними потоками.* Як прикладна наука логістика розробляє новітні ефективні методи управління потоками в логістичних системах, а як практична діяльність – забезпечує застосування цих методів у виробництві, транспортуванні, складуванні, закупівлях, розподілі готової продукції та в інших підсистемах логістичних систем. На сьогодні логістика охоплює не тільки матеріальні, фінансові, інформаційні, транспортні, але пасажирські, енергетичні потоки, потоки послуг, а також інші потоки, які циркулюють в логістичних системах.

Основний потенціал логістики закладений в оптимізації управління саме матеріальним потоком. Згідно з дослідженнями вчених з Великої Британії в кінцевій вартості товару, який дійшов до споживача, приблизно 70 % складають витрати на логістичні операції (транспортування, складування, зберігання, пакування й інше), які пов'язані з просуванням матеріального потоку. Таким чином, *основним об'єктом логістики є матеріальні потоки*, а також інформаційні та фінансові потоки, які супроводжують матеріальний потік.

Предметом вивчення в логістиці є закони та методи управління поточковими процесами на виробництві, транспорті, у запасах і складському

господарстві, в інформаційних системах, у сфері закупівель, розподілення та послуг. Принципіальна відмінність логістичного підходу до управління матеріальними потоками від традиційного управління полягає в інтеграції різноманітних елементів ланцюга, по якому просуваються матеріали від первинного джерела сировини до кінцевого споживача, в єдину логістичну систему. Ця технічна, технологічна, економічна й методологічна інтеграція відбувається як на макрорівні (наприклад, інтеграція різних підприємств), так і на мікрорівні (наприклад, інтеграція різних підрозділів одного підприємства). Логістичний підхід до управління матеріальними потоками передбачає необхідність розв'язання задач в галузі техніки, технології, економіки, математики. Метою застосування логістичного підходу є мінімізація сукупних затрат шляхом ефективного наскрізного управління матеріальними потоками від джерела сировини до кінцевого споживача.

Актуальність широкого застосування логістики у країнах з ринковою економікою обумовлена переходом від ринка продавця до ринку покупця, що змусило підприємства швидко реагувати на потреби споживача, які постійно змінюються в часі. Підприємці завжди повинні бути готовими до термінового виконання замовлення й швидко реагувати на коливання попиту споживача. Тому основоположні принципи логістики, які передбачають пріоритетність споживача та якість на всіх етапах виробничо-розподільного цикла, є затребуваними на сучасному етапі розвитку економіки України. Конкурентоспроможність підприємств, які впровадили логістичні методи, забезпечується за рахунок зниження собівартості продукції, підвищення надійності й якості постачання.

Основна задача логістики полягає в пошуку рішення, яке дозволить підприємству з мінімальними витратами задовольнити потреби споживача. З одного боку, логістика базується на концепції «сукупних витрат», відповідно до якої всі витрати на логістичні операції по просуванню матеріального потоку поєднуються. З іншого боку, логістика базується також на принципі «компромісу витрат», відповідно до якого управління матеріальним потоком може призвести до зменшення витрат на одні логістичні операції, але й до збільшення витрат на інші логістичні операції. Критерієм оптимальності прийнятого рішення по управлінню матеріальним потоком є мінімальний рівень сукупних витрат в цілому по логістичній системі.

Економічний ефект від застосування логістичного підходу на підприємствах складається зі скорочення [1]:

- часу проходження матеріального потоку по логістичному ланцюгу; в сукупних витратах часу на складування, виробничі операції та доставку, витрати часу суто на виробництво складають в середньому 2–5 %. Таким чином, понад 95 % часу обігу припадає на логістичні операції. Скорочення

цієї складової дозволить прискорити оборотність капіталу, знизити собівартість продукції й відповідно додатково збільшити прибуток;

- кількості запасів на шляху просування матеріального потоку; за даними Європейської промислової асоціації, наскрізний моніторинг матеріального потоку забезпечує скорочення матеріальних запасів на 30–70 %. В загальній структурі витрат на логістику витрати на утримання запасів складають більш ніж 50 %, включаючи витрати на управлінський апарат, а також втрати від псування й крадіжки товарів. Більша частина оборотного капіталу підприємства, як правило, заморожена в запасах (від 10 до 50 % усіх активів). У виробництві витрати на зберігання запасів складають 25–30 % від загального обсягу витрат;

- транспортних витрат за рахунок оптимізації транспортних маршрутів, узгодження графіків перевезення і т. ін.;

- ручної праці, часу й витрат на вантажно-розвантажувальні операції та транспортно-складські роботи за рахунок застосування різноманітних засобів механізації, однакової тари, аналогічних технологічних способів вантажопереробки по всій логістичній системі.

Сукупний економічний ефект від застосування логістики, як правило, перевищує суму ефектів від вищезгадуваних складових. Цей синергетичний ефект пояснюється тим, що в логістично організованих системах виникають так звані *інтегративні властивості* (якості, які притаманні системі в цілому, але не властиві жодному її окремому елементу).

Застосування логістики значно підвищує продуктивність праці як у сфері обігу, так і у сфері виробництва. За оцінками фахівців, з початку 1980-х рр. у США в щорічному загальному збільшенні продуктивності праці (5–6 %) половина (2,5–3 %) досягається за рахунок поширення логістики. Встановлено, що скорочення на 1 % логістичних витрат еквівалентне майже 10 %-му збільшенню обсягу продажів. Наскрізний моніторинг матеріального потоку, за даними Європейської асоціації, забезпечує скорочення запасів на 30–70 %; а за даними промислової асоціації США – на 3–50 %. На думку фахівців (експертна оцінка), застосування логістики дозволяє: – знизити рівень запасів на 30–50 %; скоротити час руху продукції на 25–45 %; скоротити повторні складські перевезення в 1,5–2 рази; скоротити витрати на автоперевезення на 7–20 %, на залізничні перевезення – на 5–12 %.

Логістика спирається на три важливих опори (рис. 1.1):

- техніка, яка забезпечує в першу чергу просування матеріальних потоків;

- інформатика, яка забезпечує потік необхідної інформації;

- економіка, а саме різні галузі виробництва й народного господарства.

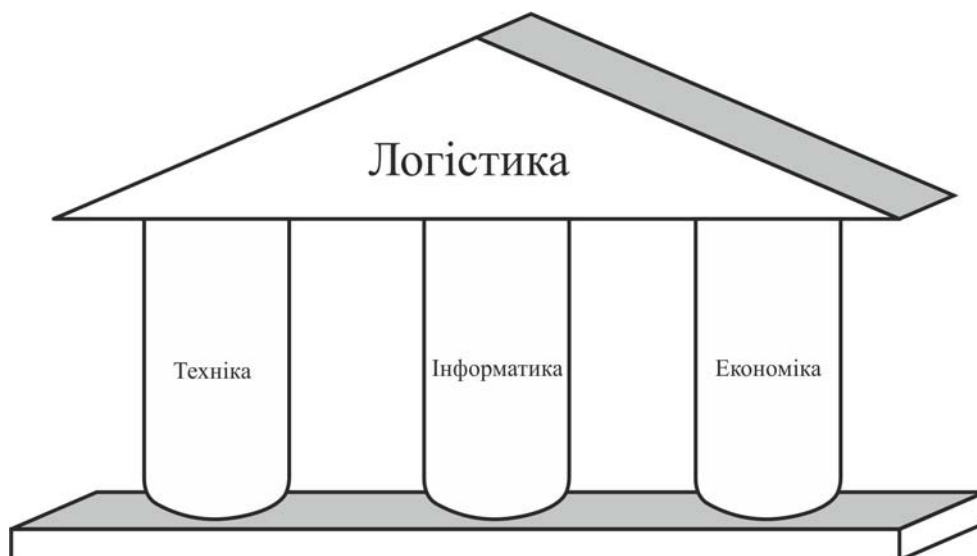


Рис. 1.1. Три опори логістики

Сучасний підхід до логістики характеризується великою кількістю трактувань. Загалом логістику визначають як удосконалювання управління рухом матеріальних потоків від первинного джерела сировини до кінцевого споживача готової продукції і зв'язаних з ними інформаційних і фінансових потоків на основі системного підходу з метою досягнення синергетичного ефекту.

Теоретичні положення та конкретні практичні рекомендації логістики активно впроваджуються в практичну діяльність фірм і компаній у багатьох країнах. Завдяки цьому досягається значний економічний ефект за рахунок зменшення витрат і часу у сферах виробництва та обігу, істотного скорочення матеріальних запасів, прискорення процесу отримання та переробки інформації, збільшення рівня сервісу.

1.2. Короткі історичні відомості

На думку ряду західних учених, логістика виросла в науку завдяки військовій справі. Логістичні підходи та концепція уперше почали застосовуватися в армії, яка являє собою чітко організовану структуру, в якій окремі індивідуальні та групові інтереси підпорядковуються інтересам всієї системи. Ця умова є визначальною для реалізації концепції логістики.

Термін «логістика» походить від грецького «logistikos», що означає мистецтво обчислювати, міркувати. У Древній Греції (V ст. до н. е.) логістами називали державних чиновників, які здійснювали контроль за господарською, торговельною та фінансовою діяльністю. В період Римської Імпе-

рії існували служителі, так звані «логістики», які займалися розподілом продуктів харчування.

У військовій галузі логістика одразу почала відігравати важливу роль. У стародавніх римлян та в армії Візантії були *Logistas* – фінансові ревізори або розподільники продовольства, котрі як службовці римської або візантійської держав займалися організацією військових стоянок, підготовкою військових походів, забезпеченням армії. Вони завідували складами харчових продуктів, планували маршрути й вигоди для супровідних черід з метою постачання м'ясом і організовували квартири для легіонів. Візантійський імператор Леон VI (865–912 н. е.) визначив в одній книзі військову сутність логістики в такий спосіб: *«Ціль логістики полягає в тому, щоб виплачувати війську жалування, належним чином озброїти його й розділити, забезпечити захисним оснащенням, вчасно подбати про його потреби й підготувати кожену дію кампанії, а саме, розрахувати час і місце, правильно оцінити місцевість із погляду переміщень війська, а також силу опору супротивника, регулювати й розміщати ці функції відповідно до руху й розподілу власних сил»*.

У військовій галузі поняття логістики знову з'являється тільки в 1830 р. Швейцарець Антуан Анрі Жоміні барон, генерал французької армії, увів поняття логістики у військові науки й одночасно поставив його поруч зі стратегією й тактикою. При цьому Жоміні взяв за основу корінь німецько-французького слова *loger* (розквартируватися) і утворив похідне слово від *marechal des logis* (квартирмейстер). У логістику він включив організаторські й командні заходи, за допомогою яких генеральний штаб запроваджував рішення воєначальника в життя.

Однак у європейській військовій науці поняття «логістика» спочатку не простежується, а потім знову з'являється, після перекладу записок Жоміні англійською мовою, наприкінці XIX століття в американській військовій літературі. В 1884 р. Американський інститут військового флоту вводить це поняття для керування флотом і його постачанням. Із цього моменту логістика усе більше розуміється як сума всіх видів діяльності й службових послуг для підтримки збройних сил. Основою логістики стає правильний попередній розрахунок потреб, потенціалу, простору й часу військового заgonу для перемоги над можливим супротивником.

Можна навести декілька прикладів, з яких стає зрозумілою значущість логістики у епохальних змінах минулого та сучасного. Як приклад нехтування логістикою можна згадати важку поразку радянських військ у Варшавській битві (1920 р.) за часів – радянсько-польської війни (1919–1921 рр.). Результат Варшавської битви привів до збереження Польщею незалежності. Радянські війська під керівництвом Тухачевського відступили на сотні квадратних кілометрів. Основна причина поразки – відрив армії від тилу,

відсутність постачання боєприпасів, продуктів харчування, відсутність логістичної підготовки наступу.

Протягом 1941 року евакуацію у тил (за Урал, у Сибір) тисяч радянських заводів і найскоріший запуск їх виробництва можна вважати як вдале логістичне рішення, яке в кінцевому результаті привело до перемоги у Другій світовій війні.

Принципи й підходи логістики широко застосовувалися у роки Другої світової війни в сфері матеріально-технічного забезпечення американської армії й військ союзників, дислокованих у Європі. Зокрема, мало місце масове застосування прогресивних методів і способів транспортування. Нововведенням того часу стали, наприклад, контейнерні перевезення.

Одним з вдалих логістичних рішень США у Другій світовій війні були поставки військового спорядження та продовольства на суму 50,1 млрд доларів США (3836 млрд доларів США у цінах 2016 р.) у Великобританію, СРСР, Францію, Китай. У СРСР було поставлено спорядження на суму 728 млрд доларів США (ціни 2016 р.). Валовий внутрішній продукт України за 2016 рік склав 88 млрд доларів США. Серед цього спорядження: 22 150 літаків, 10 000 танків, 4 478 000 т запасів харчування, 2 670 000 т нафтопродуктів. Доля ленд-лізу в радянському паливі складала 64 %. Всього за ленд-лізом було поставлено 480 тис. автомобілів (переважно фірм «Студебекер», «Вілліс» та «Форд»).

Ще одним вдалим логістичним рішенням є операція «Оверлорд» – стратегічна операція союзників з десантування військ в Нормандію. Чисельність сил десанту першого десанту складала 156 000 людей і 10 000 одиниць техніки. В подальшому кількість військових зросла до 3 000 000 людей. Початок операції – 6 червня 1944 р. На 11 червня десантувалися вже 326 тис. військових, 54 тис. одиниць техніки та 109 тис. тон військових матеріалів. Відомі також успішні логістичні стратегії радянських військ в період наступальних дій.

Великий англо-російський словник і сьогодні дає такий переклад слова «*logistics*»: як: *воєн.*

- 1) тил і постачання;
- 2) матеріально-технічне забезпечення;
- 3) організація та здійснення роботи тилу.

Службова інструкція німецьких збройних сил в 1967 р. визначила логістику таким чином: «Логістика – це наука про планування, надання й застосування засобів, необхідних для військових цілей і службових послуг, і застосування цієї науки».

Слово «логістика» існує у всіх європейських мовах, але використовується в різних значеннях. У цілому можна виділити два напрямки у використанні терміна «логістка»:

– перший, пов’язаний з управлінням переміщенням і матеріально-технічним постачанням військ, що приписується візантійському імператорові Леону VI (866–912 р. н. е.), і розвинутий у фундаментальних роботах військового теоретика XIX століття Антуана Анрі Жоміні (1779–1869);

– другий – з позначенням математичної логіки, що уперше було використане в працях видатного німецького математика Г. Лейбніца (1646–1716) і закріплене в даному значенні на філософському конгресі в Женеві (1904 р.).

У XIX столітті теоретичний і прикладний розвиток логістики пішов у напрямку розширення сфери свого впливу на всі галузі економіки. У той час вчені, економісти і підприємці звернулися до логістики як до науки, яка найбільш ефективно координує взаємодію матеріально-технічного забезпечення, виробництва, розподілу, транспорту, комунікаційної інфраструктури і ринку.

Початок широкого використання логістики в економіці припадає на 70–80-ті роки XX століття, що пов’язане з досягненнями в галузі комунікаційних технологій. З’явилася можливість наскрізного моніторингу всіх етапів руху сировини, деталей і готової продукції, що дозволило чітко побачити величезні втрати, яких припускаються в традиційних схемах управління матеріальними потоками. Вже в першій половині 80-х років XX століття в економіці розвинених країн була створена потужна і високоефективна інфраструктура з широким і комплексним використанням сучасної комп’ютерної техніки та інформаційних технологій, що дозволило перейти до вирішення проблеми управління матеріальними потоками не тільки на мікрорівні (на рівні одного підприємства), але й на макрорівні (у масштабах галузі, країни).

Суспільство інженерів з логістики (SOLE) в 1974 р. визначило логістику в такий спосіб: *«Логістика – це мистецтво й наука менеджменту, техніки й технічних видів діяльності. Вона займається вимогами, плануванням, постачанням і підтримкою допоміжних засобів для досягнення цілей і для здійснення планів і операцій».*

У 1974 р. у зв’язку з проведенням 1-го Європейського конгресу, на якому розглядалося питання про потік матеріалів, щодо логістики було сформульоване таке: *«Після того, як логістика зайняла тверде положення в збройних силах і арміях багатьох країн, варто аналогічним способом розглянути всі проблеми простору, часу, постачання й видалення на промислових підприємствах і в народному господарстві країни. У промисловій логістиці варто розглянути не тільки процеси потоку матеріалів, але й процеси потоку інформації й даних у системах людина-машина або машина-машина для найрізноманітніших процесів, що пересікаються у просторі і часі у промисловості, торгівлі й підприємствах з надання службових послуг».*

Сучасні логістичні рішення були застосовані німецькими фахівцями у 1999–2000 рр. після «Падіння Берлінської стіни» при переміщенні урядових

організацій та бібліотеки з Бона у Берлін. У подальшому блискуча логістична операція була проведена у Берліні при будівництві центру Sony. Майже щорічно логістичні війська (аналог українських військ МНС) проводять операції з рятування майна і людей при повенях, які трапляються на території Німеччини, Польщі та Чехії.

Логістична концепція дозволила перейти від дискретного до наскрізного управління матеріальними потоками. На практиці основну увагу було звернено на вирішення конкретних завдань. В першу чергу великі зусилля були спрямовані на розвиток складських і тарно-пакувальних комплексів, а також на створення раціональних транспортно-складських систем, інформаційних мереж і банків даних.

Наука і практика управління матеріальними потоками й сьогодні продовжує розвиватися у військовій справі. Це пояснюється високою залежністю ефективності бойових дій від злагодженого, швидкого, точного і економічного забезпечення військ усім необхідним.

1.3. Основні етапи розвитку логістики

У розвитку логістики можна виділити такі етапи [1, 2, 3]:

1. Період фрагментаризації (1920–1950). Називається переходом фрагментаризації, коли найбільш активно розвивалася теорія військової логістики, а деякі функції логістики стали використовуватися в цивільних галузях економіки. У цей період з'являються перші логістичні співтовариства, зокрема Національна асоціація проблем управління запасами (заснована в 1915 р. у США), яка була перетворена в 1967 р. у Національну асоціацію агентів постачання.

2. Етап становлення (60-ті роки). Цей період закордонні фахівці називають періодом концептуалізації логістики на базі концепції загальних витрат у фізичному розподілі в рамках маркетингу. Окремо виділяються матеріальний менеджмент і виробничий менеджмент.

3. Етап розвитку (70-ті роки). До кінця 60-х років ХХ сторіччя розробляється теорія бізнес-логістики, яка просувається в життя Національною Радою з менеджменту фізичного розподілу (США), перетвореному пізніше в Раду логістичного менеджменту (РЛМ). На думку членів РЛМ, «Логістика – широкий діапазон діяльності, зв'язаний з ефективним рухом готових продуктів від кінця виробничої лінії до покупця, що включає у деяких випадках рух сировини від джерел постачання до початку виробничої лінії. Ця діяльність містить у собі транспортування, складування, обробку матеріалів, захисне упакування, контроль запасів, вибір місця перебування виробництва і складів, прогнозування попиту, маркетинг і обслуговування споживачів». До

кінця 70-х років в економічно розвинених країнах завершилася так звана «тарно-пакувальна революція», що дозволило значно розширити сферу застосування логістики.

4. *Етап інтеграції (1980–1990 рр.).* Цей період характеризується стрімким розвитком інтегральної концепції логістики в індустріально розвинутих країнах. Інтеграція логістичних функцій фірми і логістичних партнерів відбувалася в повному логістичному ланцюзі: «закупівля – виробництво – дистрибуція – продаж». Революція в інформаційних технологіях підсилила розуміння того, що поряд із матеріальними необхідно керувати супутніми інформаційними потоками. У 1985 р. РЛМ уточнила визначення логістики: «Логістика є процес планування, управління і контролю ефективного (з погляду зниження витрат) потоку запасів сировини, матеріалів, незавершеного виробництва, готової продукції, послуг і супутньої інформації від місця виникнення цього потоку до місця його споживання (включаючи імпорт, експорт, внутрішні переміщення) для цілей повного задоволення запитів споживачів». З початку 90-х років стали активно розроблятися і впроваджуватися міжнародні програми й проекти, у яких логістиці приділялася провідна роль.

5. *Сучасний етап розвитку логістики (із середини 90-х рр. ХХ ст.).* Цей період характеризується як поглибленням теорії, так і розширенням практики логістики. Інтерес до логістики стали виявляти країни, які розвиваються, а також країни з перехідною економікою, наприклад, Україна. Це істотно збагатило теорію і практику логістики, синонімами якої в закордонній літературі є: фізичний розподіл, логістика маркетингу, матеріальний менеджмент, логістичний інженіринг, промислова, комерційна, бізнес-логістика та ін.

На сьогоднішній день на основі солідних наукових і практичних досягнень поняття «логістика» набуло в економіці нашої країни ще більшого поширення.

Повноцінне і комплексне використання теорії логістики в прикладній сфері здійсненне лише за певного рівня розвитку економіки. Таким чином, можна зробити висновок про те, що ступінь застосування логістики в економіці є непрямым критерієм рівня розвитку суспільства.

1.4. Причини і тенденції розвитку сучасної логістики. Логістичні організації

Серед основних причин і тенденцій розвитку сучасної логістики можна виділити наступні вісім:

1) Значно зросла вартість транспортних послуг. Транспорт перестав вважатися стабільним фактором бізнесу. У проблемах логістики, пов'язаних

із транспортом, потрібно було здійснювати менеджмент більш високого ступеня якості, причому одночасно як на рівні поточних операцій, так і на рівні політики.

2) Ефективність виробництва досягла максимуму. Стало важко домогтися додаткової економії засобів, оскільки весь прибуток формувався у виробництві. Але фізичний розподіл і логістика були фактично не дослідженими галузями з погляду прибутковості й ефективності.

3) Відбулися фундаментальні зміни у філософії товарно-матеріальних запасів.

4) Асортимент товарів істотно розширився. Кількість одиниць обліку запасів зростала за експонентним законом, що значно ускладнювало ефективне управління запасами.

5) Відбулися революційні зміни у сфері виробництва комп'ютерів і комунікаційних технологій, що сприяло здійсненню логістичного підходу, побудованого на безлічі облікових елементів і такого, що оперує великими обсягами даних.

6) Використання комп'ютерів у світі бізнесу постійно розширюється. У багатьох фірм з'явилася можливість систематично вивчати якість сервісу, що їм надають постачальники. Проводячи такого роду аналіз, багато фірм одержали можливість модернізації своїх систем розподілу.

7) Громадськість звернула увагу на проблеми забруднення навколишнього середовища і повторного використання відходів (рециклінг). Ці проблеми пов'язані з логістикою, оскільки мова йде про пакувальні матеріали і про створення каналів повернення відходів для переробки.

8) З'явилися нові, великі мережі роздрібного продажу і торговельні фірми масового продажу з дуже складними логістичними системами. Крім центрів масової торгівлі, з'явилися також мережі великих спеціалізованих магазинів, що процвітають багато в чому завдяки добре відпрацьованим логістичним системам.

Таким чином, на сучасному етапі розвитку логістики маємо таке:

- концепція логістики, ключовим положенням якої є необхідність інтеграції, починає визнаватися більшістю учасників ланцюгів постачання, виробництва і розподілу;

- сучасні комунікаційні технології, які забезпечують швидке проходження матеріальних та інформаційних потоків, дозволяють здійснювати постійний моніторинг усіх фаз просування продукту від первинного джерела сировини через всі проміжні виробничі, складські та транспортні процеси до кінцевого споживача;

- розвиваються галузі, які займаються наданням послуг у сфері логістики;

- з'явилися фундаментальні зміни в організації й управлінні ринковими процесами у всій світовій економіці;

– компанії почали здійснювати свою діяльність не тільки на регіональному або національному рівнях, але й на глобальному. Почалася глобалізація світової економіки.

Сучасний етап розвитку логістики характеризується створенням великої кількості професійних організацій. Це пов'язане з тим, що мистецтво логістики розвивається настільки стрімко й швидко, що професіонали змушені постійно займатися самоосвітою.

Перелік основних логістичних організацій світу та України:

- 1) Рада логістичного менеджменту;
- 2) Канадська асоціація логістичного менеджменту;
- 3) Американське товариство з контролю за виробництвом і запасами;
- 4) Американське товариство транспорту і логістики;
- 5) Асоціація транспортно-логістичного права, логістики й політики;
- 6) Міжнародне логістичне товариство;
- 7) Форум з дослідження проблем перевезень;
- 8) Наукова й освітня рада з питань складських процесів;
- 9) Європейська асоціація логістики (поєднує професійні логістичні організації двадцяти країн);
- 10) Європейська спілка транспортників України;
- 11) Асоціація «Транспортно-експедиторських та логістичних організацій «Укрзовніштранс»;
- 12) Асоціація «Український логістичний альянс»;
- 13) Українська логістична асоціація;
- 14) Федерація роботодавців транспорту України;
- 15) Комітет з логістики Європейської Бізнес-Асоціації

1.5. Мета, завдання й функції логістики

Метою логістики є мінімізація сукупних витрат, які виникають у процесі просування товарів і послуг (продукції, сировини, матеріалів і т. д.) зі сфери виробництва (з місць створення, виникнення, видобутку і тощо) у сферу споживання (включаючи кінцеве й проміжне, у тому числі виробниче споживання).

Найчастіше кінцеву мету логістичної діяльності пов'язують з виконанням так званих «семи правил логістики», або концепції «**7R**» або «**комплекса логістики**» (рис. 1.2):

- Right product** – потрібний продукт;
- Right quantity** – необхідна кількість;
- Right condition** – необхідна якість;
- Right time** – встановлений час;

Right place – потрібне місце;
Right cost – мінімальна витрата;
Right customer – конкретний споживач.

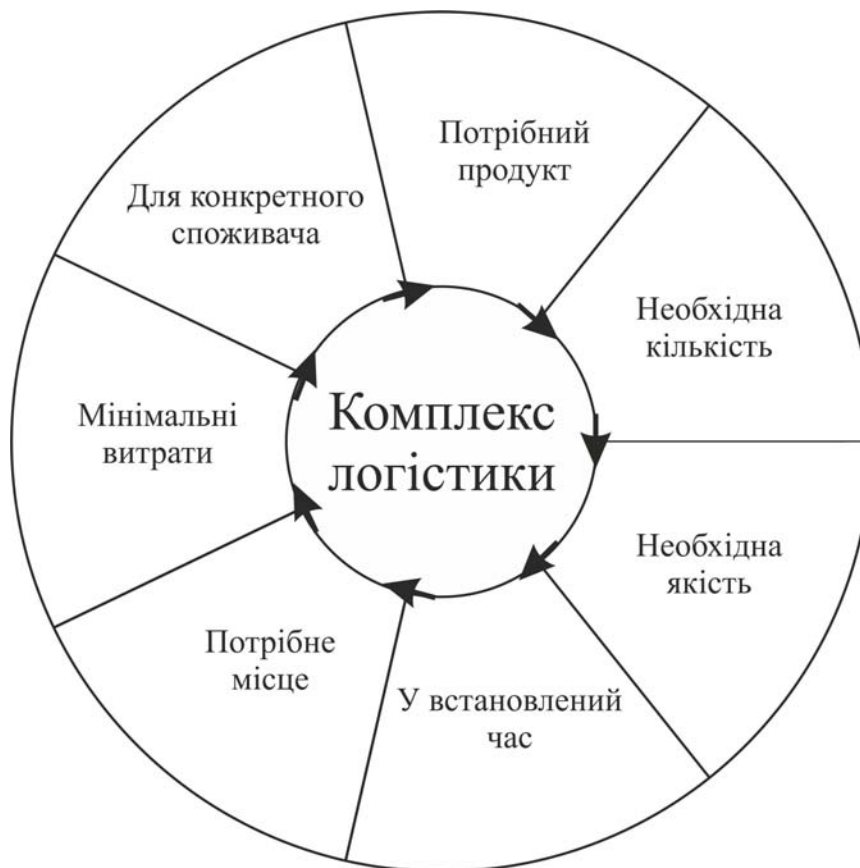


Рис. 1.2. Схема «комплексу логістики»

Таким чином, мета логістичної діяльності вважається досягнутою, якщо потрібний товар у необхідній кількості заданої якості буде поставлений в потрібне місце у встановлений час конкретному споживачу з найкращими витратами.

Основне завдання логістики полягає в пошуку рішення, яке дозволить підприємству з мінімальними витратами задовольнити потреби споживача й отримати переваги перед конкурентами.

Залежно від рівня завдань, які вирішуються, логістика поділяється на макрологістику, мезологістику та мікрологістику.

Макрологістика вирішує глобальні (загальні) питання, які пов'язані просуванням матеріального потоку на міждержавному, державному та міжрегіональному рівнях.

Мезологістика займається інтеграцією декількох підприємств однієї галузі в єдину логістичну систему.

Мікрологістика вирішує локальні завдання щодо управління матеріальним потоком в межах підприємства чи окремого його підрозділу.

Завдання логістики, через які конкретизується її головна мета, за ступенем значимості розділяють на три групи: глобальні, загальні, часткові (локальні) [3].

Логістика за своєю сутністю в процесі управління господарською діяльністю виконує інтеграційні функції. Тому незалежно від виду логістичної системи до її *глобальних завдань* відносять:

- створення комплексних інтегрованих систем матеріальних, інформаційних й інших потоків;
- стратегічне узгодження, планування і контроль за використанням логістичних потужностей сфер виробництва й обігу;
- постійне вдосконалення логістичної концепції в рамках обраної стратегії в ринковому середовищі;
- досягнення високої системної гнучкості шляхом швидкого реагування на зміни зовнішніх і внутрішніх умов функціонування.

Умовою життєздатності логістичних систем усіх видів є вирішення таких *загальних завдань*:

- здійснення наскрізного контролю за поточними процесами в логістичних системах;
- розробка та удосконалення способів управління матеріальними потоками;
- багатоваріантне прогнозування обсягів виробництва, перевезень, запасів і т. д.;
- виявлення незбалансованості між потребами виробництва і можливостями матеріально-технічного забезпечення, а також між потребами у логістичних послугах під час збуту і можливостями логістичної системи;
- стандартизація вимог до якості логістичних послуг і окремих операцій;
- раціональне формування господарських зв'язків;
- виявлення центрів виникнення втрат часу, матеріальних, трудових і грошових ресурсів;
- оптимізація технічної та технологічної структури транспортно-складських комплексів;
- визначення стратегії та технології фізичного переміщення матеріальних ресурсів, напівфабрикатів, готової продукції;
- формалізація актуалізованих (поточних оперативних) логістичних цілей і параметрів функціонування логістичної системи.

Часткові завдання в логістиці мають локальний характер:

- оптимізація запасів усіх видів і на всіх етапах товароруку;
- максимальне скорочення часу зберігання продукції;

- скорочення часу перевезень;
- швидка реакція на вимоги споживачів;
- підвищення готовності до поставок;
- зниження витрат у всіх ланках логістичного ланцюга;
- раціональний розподіл транспортних засобів;
- гарантування якісного післяпродажного обслуговування;
- підтримка постійної готовності до прийому, обробки і видачі інформації;
- послідовність просування через трансформаційні об'єкти і т. д.

Практична реалізація методології логістики виражається через її функції, серед яких виділяють такі: *системоутворюючу, інтегруючу, регулюючу та результуючу функції* [3].

Системоутворююча функція. Логістика є системою ефективних технологій щодо забезпечення процесу управління ресурсами. У вузькому значенні слова логістика утворює систему управління товарорухом.

Інтегруюча функція. Логістика забезпечує синхронізацію процесів збуту, зберігання і доставки продукції. Вона забезпечує узгодження інтересів логістичних посередників у логістичній системі. Логістика дозволяє здійснити перехід від часткових завдань до загальної оптимізації.

Регулююча функція. Логістичне управління матеріальними і супутніми потоками спрямоване на економію всіх видів ресурсів, скорочення витрат часу, мінімізацію відходів всіх видів.

Результуюча функція. Логістика прагне охопити всі етапи взаємодії ланцюга «постачання – виробництво – розподіл – споживання». Логістична діяльність спрямована на постачання продукції в необхідній кількості, у зазначений час і місце із заданою якістю за мінімальних витрат, тобто на виконання семи правил логістики.

1.6. Предмет, об'єкти і суб'єкти логістики

Предметом логістики є загальні принципи, закони та методи інтегрованого управління матеріальними, інформаційними, фінансовими й іншими потоками, створення й функціонування логістичних систем, оптимального управління логістичними процесами.

Рух сировини, матеріалів, напівфабрикатів та готових виробів створює матеріальні потоки. Назустріч матеріальним потокам рухаються фінансові потоки як наслідок передачі права власності на ці матеріали та вироби від одного учасника процесу виробництва й розподілу до іншого. Рух матеріалів та фінансів супроводжується інформацією про них, яка може існувати у формі як паперових, так і електронних документів й повідомлень.

Об'єктами дослідження, управління й оптимізації в логістиці є матеріальний потік, а також фінансовий, інформаційний потоки, потоки послуг, які супроводжують матеріальний потік.

Поняття матеріального потоку є ключовим в логістиці. Матеріальні потоки утворюються внаслідок транспортування, складування й виконання інших логістичних операцій з сировиною, напівфабрикатами й готовими виробами – починаючи від первинного джерела сировини аж до кінцевого споживача. Матеріальні потоки можуть протікати між різними підприємствами або всередині одного підприємства.

Таким чином, **матеріальним потоком** називають вантажі, деталі, товарно-матеріальні цінності, розглянуті в процесі застосування до них різних логістичних операцій і віднесені до часового інтервалу [1].

Розмірність матеріального потоку – дріб, в чисельнику якої вказано одиницю виміру вантажу (кілограми, тони, штуки і т. ін.), а в знаменнику – одиницю виміру часу (година, доба, місяць, рік і т. ін.).

Матеріальні потоки можуть перебувати в двох протилежних станах: динамічному та статичному. В певний момент часу, коли матеріальні потоки розглядаються не в часовому інтервалі, вони утворюють *матеріальні запаси*. Для деяких логістичних операцій матеріальний потік може розглядатися для заданого моменту часу. Наприклад, при транспортуванні вантажів залізничним транспортом, доки вантаж знаходиться в дорозі, він є матеріальним запасом, так званим «запасом у шляху».

Сукупний матеріальний потік для всього підприємства визначається як сума матеріальних потоків, які протікають на його окремих ділянках.

Під *інформаційним потоком* мається на увазі вся сукупність повідомлень (інформації), яка використовується логістичною системою, оброблюється нею для управління логістичними операціями (у тому числі із сировиною, матеріальними, комплектуючими виробами і кінцевою продукцією) та віднесена до часового інтервалу.

Під *фінансовим потоком* розуміється спрямований рух фінансових коштів, які циркулюють у логістичній системі, а також між логістичною системою і зовнішнім середовищем, необхідних для забезпечення ефективного руху товарного потоку.

Також об'єктами логістики є економічні відносини і господарські процеси, що виникають при організації матеріальних і пов'язаних з ними потоків, які визначаються як *економічні потоки*. *Економічний потік* – це сукупність однорідних економічних елементів, що переміщуються від джерела виникнення (виробництва) до місця призначення (споживання) у рамках визначеної господарської системи із заданими для цієї системи параметрами.

Специфічною формою економічного потоку є *логістичний сервіс*, під яким розуміється процес надання логістичних послуг у господарських

системах. Правомірно говорити про логістичний сервіс, пов'язаний з матеріальними, інформаційними і фінансовими потоками.

Сервісні потоки в логістичних системах формують два типи логістичних послуг:

1) логістичні послуги, що робляться спеціалізованими підприємствами й організаціями (транспорт, зв'язок і т. д.);

2) логістичні послуги, що сприяють перетворенню товару в реальному виконанні в товар із підкріпленням.

Сервісні потоки в логістиці включають такі види сервісного обслуговування:

1) сервіс споживчого попиту (терміни постачань, готовність і частота постачань, безвідмовність і своєчасність і т. д.);

2) виробничий сервіс (доробка і модифікація, монтаж і налагодження, організація експлуатації);

3) післяпродажне обслуговування (гарантійні роботи, проведення ремонтних робіт, постачання запчастинами, інфраструктура сервісу, утилізація старої продукції);

4) інформаційне обслуговування (рекламна діяльність, каталоги і прейскуранти, включення в інформаційну мережу, правила приймання і гарантії);

5) фінансово-кредитний сервіс (варіантність оплати, система знижок і пільг, товарні і грошові кредити, банківські і комерційні кредити і т. д.).

Усіх суб'єктів логістики можна розділити на дві групи :

1) активні продуценти – постачальники, споживачі, посередники, інфраструктура (включаючи транспорт, зв'язок і інші комунікації);

2) пасивні учасники – насамперед, держава. Методи державного управління включають: державне прогнозування; непряме управління за допомогою економічних і правових методів; науково-методичне забезпечення розвитку інфраструктури і його координацію; пряме регулювання за допомогою економічних і організаційно-правових методів регулювання товарного ринку і його інфраструктури.

1.7. Матеріальний потік як основний об'єкт логістики

Основним об'єктом логістики є наскрізний матеріальний потік, який рухається від первинного джерела сировини аж до кінцевого споживача.

Весь шлях руху матеріалів можна розділити на дві великі ділянки: на першій ділянці рухається продукція виробничо-технічного призначення; на другій рухаються вироби народного споживання. Якісний склад потоку у

міру просування ланцюгом змінюється. Спочатку між джерелом сировини і першим переробним підприємством, а також між різними виробництвами рухаються, як правило, масові однорідні вантажі у вигляді потоку сировини, комплектуючих, допоміжних матеріалів. На етапі виробництва матеріальний потік постає у вигляді напівфабрикатів. Наприкінці ланцюга, на етапі розподілу і збуту матеріальний потік представлений різноманітними, готовими до споживання товарами. У середині окремих виробництв також мають місце матеріальні потоки. Тут між цехами або ж усередині цехів переміщуються різні деталі, заготовки, напівфабрикати. У ході логістичного процесу матеріальний потік доводиться до підприємства, потім організовується його раціональне просування через ланцюг складських і виробничих ділянок, після чого готова продукція доводиться до споживача відповідно до замовлення останнього.

Матеріальний потік у логістиці характеризується такими параметрами:

- номенклатура, асортимент і кількість продукції;
- габаритні характеристики (обсяг, площа, лінійні розміри);
- вагові характеристики (загальна маса, вага брутто, вага нетто);
- фізико-хімічні характеристики;
- характеристики тари (упакування);
- умови транспортування і страхування;
- умови виконання інших операцій фізичного розподілу і руху товарів.

Елементарну частку матеріального потоку можна назвати *логістичною одиницею*. Ця матеріальна субстанція може виступати у формі:

- 1) сировини, матеріалів, які комплектують вироби, устаткування і таке інше, що у сукупності можна назвати матеріально-технічними ресурсами;
- 2) напівфабрикатів, інших продуктів переробки, що їх визначають як незавершене виробництво;
- 3) готових продуктів, що найчастіше являють собою товари, які надійшли у сферу товарного обміну;
- 4) продуктів кінцевого споживання, що залишають відтворювальний цикл;
- 5) відходів виробництва і споживання, включаючи рециклінг вторинних матеріальних ресурсів.

Матеріальні потоки характеризуються кількісними і якісними показниками. Основними показниками є напруженість і потужність матеріального потоку [3]. *Напруженість матеріального потоку* – це інтенсивність переміщення матеріальних ресурсів, напівфабрикатів і готової продукції. *Потужність матеріального потоку* – це обсяги продукції, які переміщуються за одиницю часу. Ці показники залежать від обсягу (маси) та виду потоку, часу і форми поставок готової продукції, виду транспортних засобів. На етапі виробництва ці показники залежать в першу чергу від форми виробництва,

технології виконання логістичних операцій, рівня механізації й автоматизації робіт.

Класифікація матеріальних потоків. Матеріальні потоки класифікують за такими ознаками [1]:

1. Стосовно логістичної системи матеріальний потік може бути: *зовнішнім, внутрішнім, вхідним і вихідним.*

Зовнішній матеріальний потік протікає в зовнішньому для підприємства середовищі. Цю категорію складають вантажі, які рухаються поза підприємством та до організації яких підприємство має відношення.

Внутрішній матеріальний потік утворюється в результаті здійснення логістичних операцій з вантажем усередині логістичної системи.

Вхідний матеріальний потік надходить у логістичну систему із зовнішнього середовища.

Вихідний матеріальний потік надходить з логістичної системи в зовнішнє середовище. При збереженні на підприємстві запасів на одному рівні вхідний матеріальний потік буде дорівнює вихідному.

2. За натурально-речовинним складом матеріальні потоки поділяють на *одноасортиментні і багатоасортиментні*. Такий поділ є необхідним, тому що асортиментний склад потоку істотно відбивається на роботі з ним. Наприклад, логістичний процес на оптовому продовольчому ринку, що торгує м'ясом, рибою, овочами, фруктами і бакалією, буде істотно відрізнятися від логістичного процесу на картоплесховищі, що працює з одним найменуванням вантажу.

3. За кількісною ознакою матеріальні потоки поділяють на *масові, великі, середні і дрібні*.

Масовим вважається потік, що виникає в процесі транспортування вантажів не одиничним транспортним засобом, а їх групою, наприклад, поїздом або десятками вагонів, колоною автомашин, караваном суден і т. ін.

Великі потоки – це кілька вагонів, автомашин.

Дрібні потоки утворюють вантажі, які не дозволяють цілком використовувати вантажопідйомність транспортного засобу.

Середні потоки займають проміжок між великими і дрібними. До них відносять потоки, які утворюють вантажі, що надходять одиночними вагонами, або автомобілями.

4. За питомою вагою вантажів матеріальні потоки поділяють на *великовагові і легковагі*.

Великовагові потоки забезпечують повне використання вантажопідйомності транспортних засобів, вимагають для збереження меншого складського обсягу. Великовагові потоки утворюють вантажі, у яких маса одного місця перевищує 1 т (при перевезеннях водним транспортом) і 0,5 т (при перевезеннях залізничним транспортом). Прикладом великовагового потоку можуть служити розглянуті в процесі транспортування метали.

Легковагові потоки представлені вантажами, що не дозволяють цілком використовувати вантажопідйомність транспорту. Одна тонна вантажу легковагого потоку займає об'єм більш 2 м³. Наприклад, тютюнові вироби в процесі транспортування утворюють легковагові потоки.

5. За ступенем сумісності вантажів матеріальні потоки поділяють на *сумісні і несумісні*. Ця ознака враховується в основному при транспортуванні, збереженні і вантажопереробці продовольчих товарів.

6. За *консистенцією вантажів* матеріальні потоки поділяють на потоки *насипних, навалочних, тарно-штучних і наливних вантажів*.

Насипні вантажі (наприклад, зерно) перевозяться без тари. Їхня головна властивість – сипкість. Можуть перевозитися в спеціалізованих транспортних засобах: вагонах бункерного типу, відкритих вагонах, на платформах, у контейнерах, в автомобілях.

Навалочні вантажі (сіль, вугілля, руда і т. ін.), як правило, мінерального походження. Первозяться без тари, деякі можуть змерзатися, злежуватися, спікатися. Так само, як і попередня група, вони сипкі.

Тарно-штучні вантажі мають усілякі фізико-хімічні властивості, питому вагу, обсяг. Це можуть бути вантажі в контейнерах, шухлядах, мішках, вантажі без тари, довгомірні і негабаритні вантажі.

Наливні вантажі перевозяться наливом у цистернах і наливних суднах. Логістичні операції з наливними вантажами, наприклад, перевантаження, збереження й інші виконуються за допомогою спеціальних технічних засобів.

Схематично класифікація матеріальних потоків наведена на рис 1.3 [1, 4].

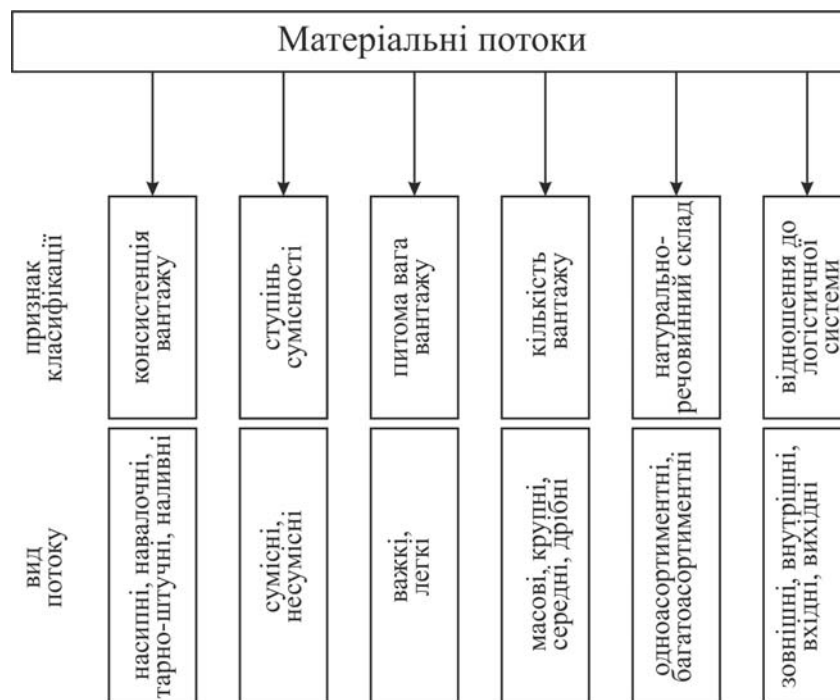


Рис. 1.3. Класифікація матеріальних потоків

Логістизація матеріальних потоків – це їх раціональна організація і управління ними, що припускає обов’язкове використання основних логістичних принципів: односпрямованості, гнучкості, синхронізації, оптимізації, інтеграції потокових процесів.

На перший погляд, логістика дещо спрощує економічні процеси, зосереджуючи свою увагу лише на матеріальних потоках. Однак таке спрощення дозволяє ставити і вирішувати завдання наскрізного моніторингу руху вантажів, починаючи від первинного джерела сировини через усі проміжні процеси, аж до надходження до кінцевого споживача.

Абстрагування від ряду факторів і виділення матеріального потоку як об’єкта дослідження та управління дозволяє проектувати наскрізні логістичні ланцюги, вивчати і прогнозувати їх поведінку, істотно скорочуючи при цьому розмірність задач моделювання, а також відкриває нові можливості формалізованого дослідження економічних процесів.

1.8. Логістичні операції та функції

Матеріальний потік утворюється в результаті сукупності дій з матеріальними об’єктами. Ці дії називаються логістичними операціями. Логістичні операції – це будь-які операції, що здійснюються з речовими предметами і продуктами праці в сферах виробництва і обігу, за виключенням технологічних операцій для виробництва матеріальних благ.

Однак поняття логістичної операції не обмежується діями з матеріальним потоком. Також необхідно приймати, обробляти і передавати інформацію, яка супроводжує цей потік. Виконувані при цьому дії також належать до логістичних операцій.

Логістична операція – це сукупність дій, спрямована на перетворення матеріального і/або інформаційного потоку.

До логістичних операцій з матеріальним потоком можна віднести навантаження, транспортування, розвантаження, комплектацію, складування, зберігання, упакування, внутрішні переміщення сировини та матеріалів під час реалізації логістичних функцій виробництва та інші операції.

Логістичні операції з інформаційним потоком – це збір, зберігання, обробка та передача інформації відповідно до матеріального потоку. Слід зазначити, що витрати на виконання логістичних операцій з інформаційними потоками складають суттєву частину логістичних витрат.

Виконання логістичних операцій з матеріальним потоком, який надходить у логістичну систему або залишає її, відрізняється від виконання цих же операцій усередині логістичної системи. Це пояснюється переходом права

власності на товар і переходом страхових ризиків з однієї юридичної особи на іншу. За цією ознакою всі логістичні операції розділяють на *односторонні* і *двосторонні*.

Деякі логістичні операції є, власне кажучи, продовженням технологічного виробничого процесу, наприклад розфасування. Ці операції змінюють споживчі властивості товару і можуть здійснюватися як у сфері виробництва, так і у сфері обігу, наприклад, у фасувальному цеху підприємства оптової торгівлі.

Логістичні операції, які виконуються в процесі постачання підприємства або збуту готової продукції, тобто операції щодо процесу «спілкування логістичної системи із зовнішнім світом», відносять до категорії *зовнішніх* логістичних операцій. Логістичні операції, виконувані усередині логістичної системи, називають *внутрішніми*. Невизначеність навколишнього середовища в першу чергу позначається на характері виконання зовнішніх логістичних операцій.

Наведемо наступну класифікацію логістичних операцій [1, 3].

1. За природою потоку:

а) логістичні операції з матеріальним потоком:

- складування;
- транспортування;
- комплектація;
- завантаження;
- розвантаження;
- внутрішні переміщення сировини та матеріалів під час реалізації логістичних функцій виробництва;
- упакування вантажу;
- укрупнення вантажних одиниць;
- зберігання.

б) логістичні операції з інформаційним потоком:

- збір інформації;
- зберігання інформації;
- обробка інформації;
- передача інформації.

2. По відношенню до логістичної системи:

а) *зовнішні* – операційні, орієнтовані на інтеграцію логістичної системи із зовнішнім середовищем (операції у сфері постачання і збуту);

б) *внутрішні* – операції, що виконуються всередині логістичної системи.

На зовнішні логістичні операції випадкові змінні впливають більшою мірою, ніж на внутрішні.

3. За характером виконання робіт:

- а) *операції з доданою вартістю*, які змінюють споживчі властивості товарів (розкрій, розфасовка, сушіння і т. ін.);
- б) *операції без доданої вартості* (зберігання товарів).

4. За переходом права власності на товар:

- а) *односторонні* – операції, які не пов'язані з переходом права власності на продукцію і страхових ризиків від однієї юридичної особи до іншої і які виконуються всередині логістичної системи;
- б) *двосторонні* – операції, пов'язані з переходом права власності на продукцію та страхових ризиків від однієї юридичної особи до іншої.

5. За спрямованістю:

- а) *прямі* – операції, спрямовані від генератора матеріального потоку та інформації до його споживача;
- б) *зворотні* – операції, спрямовані від споживача до генератора матеріального потоку та інформації.

Схематично класифікація логістичних операцій наведена на рис. 1.4.

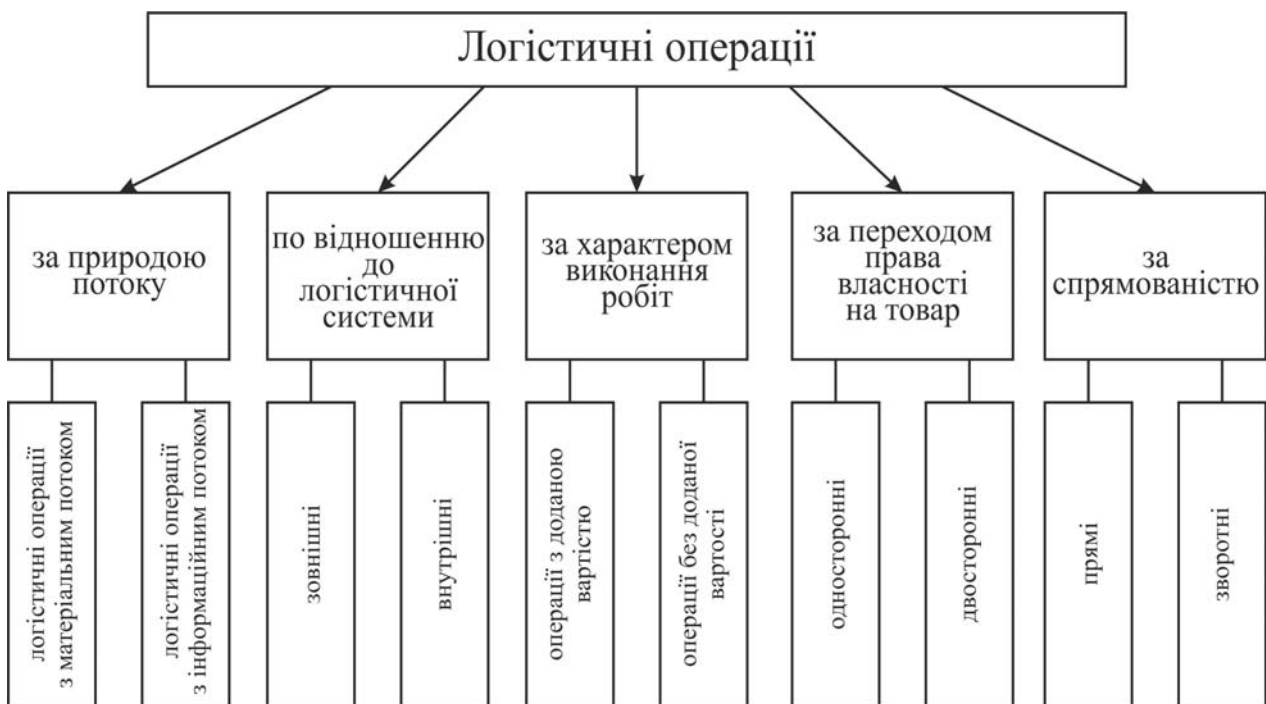


Рис. 1.4. Класифікація логістичних операцій

До логістичних операцій можна також зарахувати такі, як прогнозування, контроль, оперативне управління.

Кожен з учасників логістичного процесу (підприємства-виробники і їх склади, різні транспортні підприємства, підприємства оптової торгівлі,

комерційно-посередницькі організації тощо) спеціалізується на виконанні різних логістичних функцій.

Логістична функція – це укрупнена група логістичних операцій, спрямованих на реалізацію цілей логістичної системи.

До основних логістичних функцій належать три функції, які реалізуються практично будь-яким товаровиробником: **постачання; виробництво; збут**. Інші логістичні функції, такі, як *транспортування, управління запасами, складування, інформаційно-комп'ютерна підтримка, обслуговування споживачів* тощо мають підтримуючий характер трьох основних функцій.

Принципова відмінність логістичних функцій від аналогічних функцій, реалізованих при традиційній організації господарської діяльності, полягає, насамперед, у їх глибокому системному взаємозв'язку. Необхідно відзначити, що всі логістичні функції підпорядковані досягненню єдиної мети логістичної діяльності – виконанню семи правил логістики – «7R».

1.9. Логістичні системи та їх класифікація

Поняття логістичної системи є одним із базових понять логістики. У безлічі різноманітних систем, що функціонують в економіці, виділяють саме логістичні системи, елементи (підсистеми) якої пов'язані між собою процесом управління матеріальними і супутніми потоками.

Логістична система – це адаптивна система зі зворотним зв'язком, що виконує ті або інші логістичні функції (операції), складається з декількох підсистем, має розвинені внутрісистемні зв'язки й зв'язки із зовнішнім середовищем. Як логістичну систему можна розглядати промислове підприємство, територіально-виробничий комплекс, торговельне підприємство і т. д. До основних підсистем (елементів) логістичної системи відносяться: закупівля, склади (складське господарство), запаси, транспорт, виробництво, розподіл (збут), інформація, кадри.

Поняття логістичної системи є частковим по відношенню до загального поняття системи. Існують чотири властивості, які повинен мати об'єкт, щоб його можна було вважати системою:

1. Цілісність і членування. Системою є цілісна сукупність елементів, які взаємодіють один з одним, але система може бути умовно розділена на окремі підсистеми з метою подальшого аналізу.

2. Зв'язки. Між елементами системи існують внутрішні зв'язки, які повинні бути більш потужними, ніж зв'язки елементів з зовнішнім середовищем.

3. Організація. Це впорядкованість внутрішніх зв'язків між елементами системи та структурованість самої системи.

4. Інтегративні якості – якості, які притаманні системі в цілому, але не властиві жодному з її елементів окремо.

Можна стверджувати, що *логістична система має всі чотири властивості системи*, а саме :

– *цілісність і членування*: логістична система розглядається як єдність всіх підсистем, які в певний час можна виділити в окремі самостійно функціонуючі системи;

– *зв'язки*: між елементами логістичної системи є суттєві зв'язки, які визначають її інтегративні якості;

– *організація та структурованість*: зв'язки між підсистемами логістичної системи певним чином впорядковані та структуровані, тобто логістична система має чітку організацію;

– *інтегративні якості*: логістична система має унікальну якість, яка не властива жодній її підсистемі, а саме – здатність досягати мети логістичної діяльності: *постачання потрібного товару у необхідній кількості заданої якості в потрібне місце у встановлений час конкретному споживачу з мінімальними витратами*.

Інтегративні якості логістичної системи та тісний зв'язок між її елементами обумовлюють виникнення ефекту синергії – спільного ефекту взаємодії елементів у системі. Явище синергії вивчає синергетика – наука про процеси нелінійної самоорганізації в природі і суспільстві. Основи синергетики були закладені ще в дослідженнях Аристотеля: «Ціле більше від простої суми його частин». Відомий закон синергії: сума властивостей цілого перевищує арифметичну суму властивостей окремих елементів, які входять до складу цілого. Тобто властивості цілого не зводяться до суми властивостей його частин.

Саме ефектом синергії пояснюється те, що *в логістично організованих системах сукупний економічний ефект перевищує суму ефектів від застосування логістичного підходу в окремих підсистемах логістичної системи*.

Основними підсистемами логістичної системи є *закупівля, склади, транспорт, виробництво, розподіл, збут, інформація, кадри* [4].

Закупівля – це підсистема, яка забезпечує логістичну систему необхідним матеріалопотоком у вигляді сировини й матеріалів; основним завданням цієї підсистеми є організація й керування закупівлями, економічні цілі – мінімізація витрат на закупівлю сировини, матеріалів та ін.

Склади є також підсистемою логістичної системи, що представлена складськими площами у вигляді будинків, споруджень, майданчиків, а також необхідними технічними засобами для переміщення й переробки матеріалопотоку. Основне призначення складів – розміщення й зберігання матеріального потоку, перетвореного в запас, його переробка на складі й формування в необхідний споживачу «формат» для більш зручного транспортування. Основне завдання складської підсистеми – організація складського госпо-

дарства й керування вантажопереробкою, а економічні цілі – мінімізація витрат на зберігання запасів і супутню вантажопереробку в «складському просторі».

Запаси – це «кров» логістичної системи, своєрідний показник її живучості. Наявність запасу гарантує системі високу адаптивність до ринкової ситуації, яка постійно змінюється. Але у той же час запаси є однією з найбільш витратних підсистем. Економічність логістичної системи залежить від економічно обґрунтованого оптимального рівня запасу. Основні завдання й цілі цієї підсистеми – керування запасами і їхня оптимізація.

Транспорт зв'язує окремі елементи логістичної системи (закупівлю, склади, запаси, виробництво, збут) транспортним процесом, забезпечуючи одночасно безперебійність і своєчасність її функціонування. Основні завдання транспортної підсистеми – організація й управління транспортним процесом, а мета – мінімізація витрат на транспортування матеріального потоку.

Виробництво забезпечує трансформацію (переробку) матеріального потоку в необхідну продукцію заданої якості з мінімальними витратами. Основні завдання виробничої підсистеми – організація й керування виробничим процесом, а мета – оптимізація витрат на виготовлення продукції.

Розподіл – це підсистема, яка забезпечує вибуття матеріального потоку з підсистеми виробництва й надходження його через логістичні канали й ланцюги з мінімальними витратами до місць споживання. Основні завдання цієї підсистеми – організація й керування розподілом матеріальних потоків, а мета – мінімізація витрат розподілу продукції.

Збут – підсистема, інтегрована з маркетингом. Основне призначення збуту – своєчасна реалізація готової продукції споживачам із супутнім логістичним сервісом у потрібному місці й у необхідний час, організація й керування збутом. Економічними цілями функціонування цієї підсистеми є мінімізація витрат на реалізацію продукції й супутній логістичний сервіс.

Інформаційна підсистема є однією з основних підсистем, яка забезпечує діяльність логістичної системи. Дана підсистема забезпечує інформаційний зв'язок між всіма підсистемами й одночасно виконує функцію керування й контролю, мінімізуючи при цьому витрати на зберігання, передачу й переробку інформації.

Кадри – важливий елемент логістичної системи, задіяний у виконанні всіх логістичних операцій і такий, що забезпечує цілеспрямовану діяльність всієї системи. Економічними цілями функціонування цієї підсистеми є оптимізація виконання логістичних функцій системи.

Логістична система має такі типи зв'язків:

а) *зовнішні* – це зв'язки, які характеризуються відносинами логістичної системи з постачальниками й клієнтами, тобто з ринком;

б) *внутрішні* – це зв'язки, які характеризують відносини усередині логістичної системи між її підсистемами.

Зовнішні й внутрішні зв'язки логістичної системи містять у собі транспортні й інформаційні зв'язки.

Залежно від типу логістичної системи зовнішні зв'язки містять у собі ще й *товарно-грошові відносини*, які відбивають зв'язок між окремими системами.

Поряд з поняттям «логістична система» у вітчизняній і закордонній літературі широко використовуються поняття «логістичний канал», «логістичний ланцюг», «ланцюг поставок». Іноді ці поняття використовуються як синоніми.

Логістичний канал – частково упорядкована множина суб'єктів, підприємств і організацій, що здійснюють доведення матеріального потоку від виробника до його споживачів.

Ця множина є частково впорядкованою доти, поки не обрані конкретні учасники процесу просування матеріального потоку. Після цього логістичний канал перетворюється в логістичний ланцюг.

Логістичний ланцюг (у закордонній літературі *ланцюг поставок*) – лінійно впорядкована за матеріальним, сервісним, інформаційним або фінансовим потоками множина учасників логістичного процесу. Логістичний ланцюг являє собою сукупність різних суб'єктів, підприємств і організацій, які здійснюють логістичні операції щодо доведення матеріального потоку від однієї логістичної системи до іншої за умови виробничого споживання або до кінцевого споживача за умови особистого невиробничого споживання.

Логістична ланка – це окремий суб'єкт логістики в складі логістичного ланцюга. Кілька логістичних ланцюгів, які взаємозалежні за матеріальними, сервісними і супутніми інформаційними і фінансовими потоками, можуть поєднуватися в так звані *логістичні мережі*.

Можливість вибору логістичного каналу є суттєвим резервом підвищення ефективності логістичних процесів

Класифікація логістичних систем. Логістичні системи підрозділяються на *типи й види*. У практиці проектування й створення логістичних систем користуються загальновідомою класифікацією [1–4] (рис. 1.5).

Залежно від класифікації типів логістики (макро-, мезо- і мікро-логістика) логістичні системи підрозділяється на такі типи:

1) **макрологістична система** – це велика система управління матеріальним потоком, що охоплює різні підприємства промисловості, посередницькі, торговельні й транспортні організації, які перебувають у різних регіонах країни або в різних країнах та функціонують на міждержавному або трансконтинентальному рівнях. Виділяють регіональні, міжрегіональні, національні, міжнаціональні макрологістичні системи.

2) **мезологістична система** – це система інтегрованого управління матеріальним потоком, що охоплює різні організації, які функціонують в одній галузі в умовах партнерства;

3) **мікрологістична система** – це система управління матеріальним потоком в границях одного підприємства або групи підприємств, об'єднаних корпоративними інтересами. До мікрологістичних систем можна віднести різні підприємства, територіально-виробничі комплекси, а також їх окремі підрозділи.

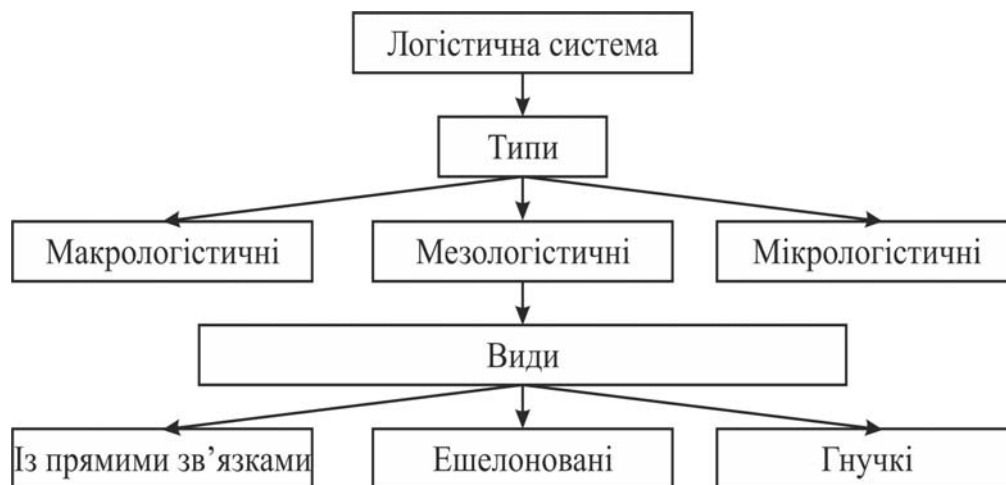


Рис. 1.5. Класифікація логістичних систем

Макрологічна система являє собою високоінтегровану інфраструктуру економіки регіону, країни або групи країн. Для успішного функціонування макрологічної системи міжнародного рівня інфраструктура економіки групи країн повинна відповідати таким вимогам:

- єдиний економічний простір;
- єдиний ринок без внутрішніх границь;
- погоджене митне й транспортне законодавство;
- сполучена транспортна техніка;
- розвинене правове й економічне середовище.

Мезологістичні системи організаційно базуються на корпоративних структурах. Виділення мезологістичних серед інших логістичних систем відбулося значно пізніше, ніж макро- і мікрологістичних. Це пов'язане з тим, що мезоекономіка й корпоративне управління, які вивчають організаційні основи мезологістичних структур, склалися нещодавно. Корпорація має у своєму розпорядженні значні можливості стратегічного планування і розподілу ресурсів, унаслідок чого можна досягти найбільш ефективного розподілу ресурсів корпорації між її підрозділами і диференційованого застосування інструментів внутріфірмового стимулювання і контролю.

У рамках макрологістики зв'язки між окремими мікрологістичними системами встановлюються на базі товарно-грошових відносин. Усередині мікрологістичної системи також функціонують підсистеми. Однак основа їхньої взаємодії безтоварна. Це окремі підрозділи усередині фірми, об'єднання, або іншої господарської системи, що працюють на єдиний економічний результат.

Залежно від схеми організації руху матеріального потоку і від виду логістичних ланцюгів розрізняють такі три *види логістичних систем*:

1) *Логістичні системи із прямими зв'язками*. У даній логістичній системі матеріальний потік проходить від первинного джерела сировини через закупівлю до виробника й далі до кінцевого споживача без участі посередників.

2) *Ешелоновані логістичні системи*. У системі такого виду матеріальний потік проходить від першоджерела сировини до виробника або від виробника до кінцевого споживача тільки через посередника.

3) *Гнучкі логістичні систем*. У цих системах рух матеріального потоку може здійснюватися як за участю посередника, так і без нього.

Питання вибору тієї або іншої схеми організації руху матеріального потоку вирішується за результатами оцінки сформованої на ринку ситуації, можливостей використання аутсорсинга, а також максимально можливого економічного результату діяльності логістичної системи.

Границі логістичної системи визначаються циклом обігу засобів виробництва. Спочатку закупаються засоби виробництва. Вони у вигляді матеріального потоку надходять у логістичну систему, складаються, обробляються, знову зберігаються і потім ідуть з логістичної системи в споживання в обмін на фінансові ресурси, що надходять у логістичну систему. Виділення границь логістичної системи на базі циклу обігу засобів виробництва одержало назву принципу «сплати грошей – одержання грошей».

Ефективність логістичної системи – це система показників, які характеризують рівень якості функціонування логістичної системи при заданому рівні сукупних логістичних витрат. С точки зору споживача, як кінцевої ланки логістичного ланцюга, ефективність логістичної системи визначається рівнем якості обслуговування його замовлення.

Логістичну систему, яка здатна швидко реагувати на виниклий попит постачанням необхідного товару, можна порівняти з живим організмом. Центральна нервова система такого організму – це мережа комп'ютерів на робочих місцях учасників логістичного процесу, організована в єдину інформаційну систему. *М'язи цього організму – підйомно-транспортна техніка та обладнання, які просувають матеріальний потік по всьому логістичному ланцюгу.*

1.10. Диференціація логістики

Об'єктом логістики, як відомо, є наскрізний матеріальний потік, проте на окремих ділянках управління матеріальним потоком він має відому специфіку. Відповідно до цієї специфіки виділяють ***п'ять функціональних галузей логістики***: *закупівельну, виробничу, розподільчу, транспортну й інформаційну*.

Характеристики функціональних галузей логістики:

1. У процесі забезпечення підприємства сировиною й матеріалами вирішуються завдання ***закупівельної логістики***. На цьому етапі вивчаються й вибираються постачальники, укладаються договори й контролюється їхнє виконання, вживаються заходи у випадку порушення умов поставки. Будь-яке виробниче підприємство має службу, яка здійснює перераховані функції. Діяльність цієї служби не повинна бути відокремленою, а повинна підкорятися стратегії керування наскрізним матеріальним потоком. На практиці межі діяльності ***закупівельної логістики*** визначаються умовами договору з постачальниками й складом функцій служби постачання усередині підприємства.

2. У процесі керування матеріальним потоком усередині підприємства, яке створює матеріальні блага або робить матеріальні послуги, в основному вирішуються завдання ***виробничої логістики***. Специфіка цього етапу полягає в тому, що основний обсяг робіт з просування потоку виконується в межах території одного підприємства. Учасники логістичного процесу при цьому, як правило, не вступають у товарно-грошові відносини. Потік йде не в результаті укладених договорів, а в результаті рішень, прийнятих системою управління підприємством.

Сфера виробничої логістики тісно стикається зі сферами закупівель матеріалів і розподілу готової продукції. Однак основне коло завдань у цій галузі – управління матеріальними потоками в процесі саме виробництва.

3. При управлінні матеріальними потоками в процесі реалізації готової продукції вирішуються завдання ***розподільної логістики***. Це велике коло завдань, вирішенням яких займаються як виробничі підприємства, так і підприємства, які здійснюють торговельно-посередницьку діяльність. У сферу уваги розподільної логістики матеріальний потік потрапляє, ще перебуваючи у виробничих цехах. Це означає, що питання тари й упакування, розміру партії продукції і часу, до якого ця партія повинна бути виготовлена, а також багато інших питань щодо процесу реалізації починають вирішуватися на більш ранніх стадіях управління матеріальним потоком.

4. При управлінні матеріальними потоками на транспортних ділянках вирішуються специфічні завдання ***транспортної логістики***. Сукупний обсяг транспортної роботи, яка виконується в процесі доведення матері-

ального потоку від первинного джерела сировини до кінцевого споживача, можна розділити на дві великі групи:

- робота, яка виконується транспортом, що належить спеціальним транспортним організаціям (транспорт загального користування);
- робота, яка виконується власним транспортом всіх інших нетранспортних підприємств.

Транспортна логістика є складовою частиною закупівельної, виробничої й розподільної логістик. Методи транспортної логістики застосовують при організації будь-яких перевезень. Однак пріоритетним об'єктом вивчення й управління в цій галузі є матеріальний потік у процесі перевезень транспортом загального користування.

5. Висока значущість інформаційної складової в логістичних процесах стала причиною виділення спеціального розділу логістики – *інформаційної логістики*. Об'єкт дослідження тут – інформаційні системи, які забезпечують управління матеріальними потоками, мікропроцесорна техніка, інформаційні технології і таке інше, пов'язане з організацією інформаційних потоків. В останні десятиліття саме можливість ефективного управління потужними інформаційними потоками дозволила ставити й вирішувати завдання наскрізного керування матеріальними потоками.

Інформаційна логістика тісно пов'язана з іншими функціональними галузями логістики. У цьому розділі розглянуто організацію інформаційних потоків усередині підприємства, а також обмін інформацією між різними учасниками логістичних процесів, що перебувають на значних відстанях один від одного (наприклад, за допомогою засобів супутникового зв'язку).

Функціональна диференціація логістики припускає відносне організаційно-технічне відокремлення постачання, виробництва і збуту в рамках підприємства. Тому прийнято називати:

- логістичну організацію матеріально-технічного забезпечення виробництва (в основному, закупівлі матеріально-технічних ресурсів) – *закупівельною логістикою*;
- логістичну організацію руху матеріальних ресурсів у процесі виробництва – *виробничою логістикою*;
- логістичну організацію збуту готової продукції (фізичний розподіл) – *розподільною логістикою*.

Ресурсна диференціація логістики припускає логістичну організацію управління основними ресурсами підприємства, включаючи:

- матеріальні ресурси (сировина, матеріали, що комплектують вироби, готова продукція, матеріальні запаси і т. д.), — *матеріальна логістика*;
- фінансові ресурси, що обумовлюють виконання логістичних операцій і функцій, – *фінансова логістика*;

– інформаційні ресурси, необхідні для логістичної організації матеріальних потоків і пов'язаних із ними потоків фінансових ресурсів, – *інформаційна логістика*;

– трудові ресурси, використовувані для виконання логістичних операцій і функцій, – *трудова логістика*.

Галузева диференціація логістики досить широка і практично збігається з галузевою диференціацією економіки. З досить високим ступенем укрупнення ми пропонуємо розрізняти:

– *логістику матеріального виробництва*, тобто логістичну організацію економічних потоків у сфері матеріального виробництва;

– *логістику невиробничої сфери*, включаючи використання інструментарію логістики й в інституціональній сфері;

– *інфраструктурну логістику*, у тому числі логістику транспорту, транспортно-складську логістику і т. ін.

За рівнем локалізації логістичних операцій і функцій варто розрізняти:

– *мікрологістику*, компетенція якої поширюється на економічні потоки підприємства;

– *мезологістику*, сфера впливу якої охоплює сукупність підприємств і організацій у рамках об'єднань корпоративного типу (фінансово-промислові групи, транснаціональні компанії і т. ін.);

– *макрологістику*, яка припускає використання інструментарію логістики при керуванні економічними потоками регіону, галузі, держави і навіть світового співтовариства (міжнародна торгівля, міжнародні перевезення і т. ін.).

За ступенем інтеграції, тобто проникнення логістики в інші сфери бізнесу, можна розрізняти:

– *маркетингову логістику*, де використовується інтегрований маркетингово-логістичний інструментарій;

– *логістичний менеджмент*, у якому інтегруються функції логістики й менеджменту;

– *логістичний сервіс*, що припускає інтеграцію товару з комплексом логістичних послуг, тобто практичну реалізацію концепції «товару з підкріпленням».

За масштабами диверсифікованості логістики в інші сфери людської діяльності можна говорити про: підприємницьку логістику, коли логістика пронизує усі види підприємницької діяльності;

– *комерційну логістику*, коли передбачається логістична організація комерційного посередництва;

– *віртуальну логістику*, яка використовується в електронній торгівлі, включаючи Інтернет.

1.11. Сучасні системи управління матеріальними потоками

Практичне застосування логістичного підходу в сфері виробництва та обігу привело до розробки закордонними фахівцями сучасних систем управління матеріальними потоками, яке може здійснюватися двома принципово різними способами.

Перший спосіб базується на тому, що матеріальний потік «виштовхується» кожною наступною ланкою логістичного ланцюга строго за командою з центру управління логістичної системи. **«Штовхальні» системи управління** характерні для традиційних методів організації виробництва. Можливість їхнього застосування для логістичної організації виробництва з'явилася у зв'язку з масовим поширенням обчислювальної техніки і сучасних інформаційних технологій. Ці системи, перші розробки яких відносять до 60-х років, дозволили погоджувати й оперативно коректувати плани і дії всіх підрозділів підприємства, постачальницьких, виробничих і збутових, з урахуванням постійних змін у реальному масштабі часу. Результати впровадження даних систем образно характеризуються одною фразою: «Тепер ми можемо розробити план виробництва, на який нам були потрібні тижні, за кілька годин».

На практиці реалізовані різні варіанти штовхальних систем. Найбільш відомими базовими мікрологістичними системами, які засновані на концепції «планування потреб/ресурсів» у виробництві, є системи **MRP-1** (*Materials Requirements Planning*) та **MRP-2** (*Manufacturing Resource Planning*), а в дистрибуції – системи «планування розподілу продукції/ресурсів» **DRP-1/DRP-2**.

Системи MRP характеризуються високим рівнем автоматизації управління, що дозволяє забезпечувати поточне регулювання і контроль виробничих запасів; у реальному масштабі часу погоджувати й оперативно коректувати плани і дії різних служб підприємства – постачальницьких, виробничих, збутових. У сучасних, розвинутих варіантах систем MRP вирішуються також різні завдання прогнозування. Як метод їх вирішення широко застосовується імітаційне моделювання й інші методи дослідження операцій.

«Штовхальні» (виштовхувальні) системи застосовуються не тільки в сфері виробництва, але й в сфері обігу, як на стадії закупівель, так і на стадії реалізації готової продукції. У процесі матеріально-технічного забезпечення «штовхальні» системи є системами управління запасами, в яких рішення про поповнення запасів у складській системі на всіх рівнях приймається централізовано. Під час реалізації готової продукції «штовхальні» системи являють собою стратегії збуту, що спрямовані на випереджувальне щодо

попиту формування товарних запасів в оптових і роздрібних торгових підприємствах.

Система **DRP-1** (*Distribution Requirement Planning*) – система управління розподілом продукції, яка належить до класу штовхальних систем, виконує важливі функції контролю за станом запасів, формування зв'язків виробництва, постачання та збуту. Система DRP може служити базою інтегрованого планування логістичних маркетингових функцій, дозволяє прогнозувати ринкову кон'юнктуру, оптимізувати логістичні витрати, планувати поставки і запаси на різних рівнях.

Сучасна система DRP трансформувалась в систему MRP як систему організації виробництва та матеріально-технічного забезпечення. В цій системі на першому етапі здійснюється агреговане планування використання прогнозів і даних про фактичне замовлення. На другому етапі формується графік виробництва стосовно конкретних дат, кількості комплектуючих виробів, готової продукції. На третьому етапі здійснюється розрахунок потреби в матеріальних ресурсах і виробничих потужностях.

Модифікована система **DRP II** (*Distribution Resource Planning*) є розширеним варіантом системи DRP як її друге покоління. В цій системі прогнозування може бути не тільки короткостроковим, а і середньостроковим та довгостроковим.

Система **MRP-1** (*Material Requirements Planning*) – система організації виробництва, яка належить до класу штовхальних систем. Система MRP-1 була розроблена в США в середині 50-х років, однак великого поширення набула в 70-ті рр. у зв'язку з розвитком обчислювальної техніки, коли з'явилась можливість за допомогою досконалих обчислювальних комплексів узгоджувати та оперативно коригувати плани і дії постачальницьких, виробничих та збутових ланок фірми з врахуванням постійних змін в реальному масштабі часу.

Бажання усунути недоліки системи MRP-1 стимулювало розробку другого покоління систем MRP, що з початку 80-х років була втілена в системі MRP-2. Система MRP-1 є складовою частиною системи MRP 2.

Система **MRP-2** (*Manufacturing Resource Planning*) – система організації виробництва і матеріально-технічного забезпечення, що відрізняється від системи MRP-1 гнучкістю управління і змістом функцій. Вона включає ряд нових функцій: автоматизоване проектування, управління технічними процесами.

Перевагою системи MRP-2 є більш повне в порівнянні з MRP-1 задоволення споживчого попиту, що досягається шляхом скорочення тривалості виробничих циклів, зменшення запасів, кращої організації постачань, більш швидкої реакції на зміну попиту.

Другий спосіб управління матеріальними потоками базується на тому, що матеріальний потік *«витягується»* з попередньої ланки на наступну ланку логістичного ланцюга в міру необхідності. Тут центральна система управління не втручається в обмін матеріальними потоками між різними ділянками підприємства, не встановлює для них поточних виробничих завдань. Виробнича програма окремої технологічної ланки визначається розміром замовлення наступної ланки. Центральна система управління ставить задачу лише перед кінцевою ланкою виробничого технологічного ланцюга.

Перевагою **«тягнутих» (витягуючих) систем управління** матеріальними потоками є те, що вони не потребують тотальної комп'ютеризації виробництва. Але в той же час в таких системах централізоване регулювання виробничих процесів обмежене. Тому «тягнуті» системи вимагають високої дисципліни постачань, дотримання всіх параметрів продукції, яка виготовляється, передбачають підвищену відповідальність персоналу всіх рівнів.

«Тягнуті» системи використовують для ефективної організації виробництва, яке потребує гнучкого й швидкого переналаштування та не вимагає страхових запасів.

На стадії закупівель тягнуті системи утворюють системи управління матеріальними потоками з децентралізованим процесом прийняття рішень щодо поповнення запасів. Під час реалізації готової продукції такі системи є стратегіями збуту, які спрямовані на випереджальне щодо формування товарних запасів стимулювання попиту.

На практиці до логістичних тягнутих систем відносять систему Just-in-Time («точно в термін»), KANBAN (у перекладі з японського – картка), OPT (Optimized Production Technology) та інші.

Система **Just-in-Time** – система виробництва і постачання деталей, комплектуючих виробів до місця споживання в необхідній кількості і в необхідний час. Система забезпечує пристосування виробництва до змін, обумовлених «порушеннями» в технологічних лініях, а у випадку її використання в масштабі всього підприємства забезпечується ритмічність випуску готової продукції, різко скорочуються виробничі і товарні запаси. Концепція Just-in-time визначається як сучасна концепція побудови логістичної системи у виробництві (операційному менеджменті), постачанні і дистриб'юції. Вона заснована на синхронізації процесів доставки матеріальних ресурсів і готової продукції в необхідних кількостях на той час, коли ланки логістичної системи мають в них потребу, з метою мінімізації витрат, пов'язаних із створенням запасів.

Логістична концепція, **ЛІТ** характеризується:

- мінімальними (нульовими) запасами матеріальних ресурсів, незавершеного виробництва, готової продукції;
- короткими виробничими і логістичними циклами;
- невеликими обсягами виробництва готової продукції й поповнення запасів (постачань);
- невеликою кількістю надійних постачальників і перевізників;
- ефективною інформаційною підтримкою;
- високою якістю готової продукції і логістичного сервісу.

З'явившись у Японії на початку 50-х років, логістична концепція **ЛІТ** продовжує розвиватися і сьогодні.

Подальшим розвитком концепції «тягнучих» логістичних системи є мікрологістична система організації виробництва та матеріально-технічного забезпечення **KANBAN**, яка уперше була розроблена й застосована в 1972 р. корпорацією «Toyota Motors». Ця система являє собою систему організації безперервного виробництва, яке здатне до швидкої перебудови і практично не потребує страхових запасів. Сутність системи KANBAN полягає в тому, що усі виробничі підрозділи заводу, включаючи лінії кінцевої зборки, забезпечуються матеріальними ресурсами тільки в тій кількості і в такий термін, які необхідні для виконання замовлення, заданого підрозділом-споживачем. Засобом передачі інформації в цій системі є спеціальна картка у пластиковому конверті. Таким чином, на відміну від традиційного підходу до виробництва, структурний підрозділ виробника не має загального твердого графіка виробництва, а організує свою роботу в межах замовлення підрозділу фірми, що здійснює операції на наступній стадії виробничо-технологічного циклу.

На впровадження системи KANBAN корпорації «Toyota Motors» знадобилося 10 років. Такий довгий термін пояснюється тим, що застосування цієї систему потребує:

- раціональної організації виробництва;
- постійного контролю якості матеріальних ресурсів у постачальників та якості продукції на всіх стадіях виробничого циклу;
- партнерства тільки з надійними постачальниками і перевізниками;
- високої дисципліни постачання, що гарантує можливість роботи практично без матеріальних запасів;
- підвищеної професійної відповідальності й високої трудової дисципліни.

Зараз система KANBAN широко використовується як в оновленому вигляді, так і в комбінації з іншими системами організації виробництва (MRP-1, MRP-2). У 90-ті роки у багатьох країнах були початі спроби створити комбіновані системи MRP-2 – KANBAN для усунення недоліків, влас-

тивих кожній із систем окремо. Така інтегрована система одержала назву MRP-3, у який для планування і прогнозування попиту використовують систему MRP, а для оперативного управління виробництвом – систему KANBAN.

Світовий досвід застосування мікрологістичних систем «KANBAN» машинобудівними фірмами показує, що ця система дає можливість зменшити виробничі запаси на 50 %, товарні – на 8 % при значному прискоренні оборотності оборотних коштів і підвищенні якості готової продукції.

Використання мікрологістичної системи «KANBAN» і її модифікованих версій дозволяє значно поліпшити якість продукції, що випускається, скоротити логістичний цикл, істотно підвищивши тим самим оборотність оборотного капіталу фірми, знизити собівартість виробництва, практично виключити страхові запаси і значно зменшити обсяг незавершеного виробництва.

Система **OPT** (*Optimized Production Technologies*) – система організації виробництва та постачання (оптимізовані виробничі технології). Розроблена ізраїльськими й американськими фахівцями на початку 80-х років та належить до класу тягнучих систем. Ця система вважається комп'ютеризованим варіантом KANBAN, а у західноєвропейській літературі вона відома як «ізраїльський KANBAN». Основним принципом системи є виявлення «вузьких місць» – критичних ресурсів, якими можуть бути запаси сировини і матеріалів, машини й устаткування, технологічні процеси і персонал. Проблема усунення «вузьких місць» (як при системі KANBAN) відпадає автоматично.

Система **LP** (*Lean Production*) – є розвитком концепції Just-in-Time та включає елементи KANBAN та MRP, має назву «мізерне виробництво» або «ненасичене виробництво». Таку назву ця концепція організації виробництва має тому, що в ньому використовується менше ресурсів, запасів, часу в порівнянні з традиційним, так званим широким виробничим процесом. Її девізом є усунення «марних операцій»: вхідного контролю, транспортування на склад сировини і матеріалів, складування, чекання і затримки у виробничому циклі.

Основними принципами цієї концепції є:

- досягнення високої якості продукції;
- зменшення розміру партій виробів та часу виробництва;
- забезпечення низького рівня запасів;
- підготовка висококваліфікованого персоналу;
- використання гнучкого обладнання та коротких термінів його переналагодження.

Реалізація даного принципу можлива за умови загального контролю якості на всіх рівнях виробничого циклу.

Концепція *тотального контролю якості продукції TQM (Total Quality Management)* – управлінський підхід, що ставить в центр уваги завдання підвищення якості та що заснований на участі у вирішенні цього завдання всіх членів фірми (організації) на всіх стадіях виробництва та просування продукції (послуг).

Наведемо ще декілька мікрологістичних систем, які успішно використовуються на підприємствах.

Система LRP (Logistic Requirement Planning) уособлює сучасні досягнення в логістиці, забезпечує інтегрований підхід до управління виробничими та товарними запасами, незавершеним виробництвом; прогнозує попит на продукцію підприємства; визначає оптимальний склад логістичних ланцюгів та ін.

Система CALS (Computer-aided Acquisition & Logistic Support) – автоматизована система контролю і управління науковими дослідженнями та розробками в галузі створення військової техніки, організації виробництва, технічного обслуговування, забезпечення запасними частинами.

Система PRM (Physical Resource Management) – система управління технічним обслуговуванням основних фондів на основі інтегрованого підходу до їх різноманітних елементів, включаючи збір та обробку інформації, видачу рекомендацій щодо ремонтних робіт, контроль забезпечення запасними частинами тощо.

Система SRP (Service Requirements Planning) – це автоматизована система управління технічним обладнанням, яка забезпечує оптимізацію профілактики та ремонтного обслуговування, скорочення запасів допоміжних матеріалів, запасних частин, зріст продуктивності обладнання за рахунок скорочення аварійних простоїв.

Сучасні логістичні системи й технології, які були розроблені в США і Японії, набули широкого розповсюдження в Західній й Східній Європі.

Список літератури до 1-го розділу

1. Гаджинский А. М. Логистика: учебник для высших и средних специальных учебных заведений / А. М. Гаджинский. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2003. – 408 с.
2. Тридід О. М. Конспект лекцій з курсу «Логістика» / О. М. Тридід, Т. О. Колодізева, И. П. Голофаєва: – Х.: Вид-во, ХНЕУ, 2004. – 180 с.
3. Пономарева Ю. В. Логістика : навч. посібник / Ю. В. Пономарева. – Київ : Центр навчальної літератури, 2005. – 328 с.
4. Сумец. А. М. Логистика: учебн. пособие / А. М. Сумец. – Харьков: Изд-во НУА, 2006. – 132 с.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення логістики як науки.
2. У чому полягає новизна логістичного підходу до управління матеріальним потоком?
3. Охарактеризуйте основні етапи розвитку логістики.
4. У чому полягає головна мета логістики?
5. У чому полягає основне завдання логістики?
6. Що є предметом вивчення у логістики?
7. Які функції виконує логістика?
8. Що є основним об'єктом логістики?
9. Дайте визначення матеріального потоку.
10. Назвіть одиниці виміру матеріального потоку.
11. Дайте визначення логістичних операцій і наведіть їх класифікацію.
12. Наведіть приклади логістичних операцій з матеріальним потоком.
13. Дайте визначення логістичної системи та охарактеризуйте її властивості.
14. Наведіть класифікацію логістичних систем.
15. Дайте визначення логістичного каналу і логістичного ланцюга. Яка між ними різниця?
16. Що таке логістична мережа?
17. Перелічіть функціональні галузі логістики.
18. У чому полягає принципова відмінність штовхальних (виштовхувальних) та тягнучих (витягуючих) систем управління матеріальними потоками?
19. Розкрийте сутність штовхальних мікрологістичних систем. Наведіть приклади.
20. Розкрийте сутність тягнучих мікрологістичних систем. Наведіть приклади.

Розділ 2.

ТЕХНІКА ТРАНСПОРТУВАННЯ СИПУЧИХ (НАСИПНИХ) ВАНТАЖІВ

2.1. Техніка безперервної дії

Усі вантажі умовно можна поділити на 2 групи: сипучі (насіпні) та штучні. Для обробки насипних вантажів застосовуються транспортувальні машини, які переміщують масові, сипучі, насипні вантажі в основному безперервним способом. Дано декілька визначень, якими будемо користуватися в подальшому [1, 2].

Транспортувальні машини – це машини, призначені для переміщення масових вантажів безперервним способом.

Транспортувальні машини є машинами безперервної дії й призначаються для переміщення сипучих і однотипних штучних вантажів безперервним потоком. Типовим представником транспортувальної машини є конвеєр.

Транспортувальні машини крім продуктивності й потужності привода характеризуються типом і ємністю вантажонесучих органів, напрямком, довжиною й швидкістю переміщення вантажу, способом завантаження й розвантаження, висотою підйому вантажу й собівартістю переробки вантажу.

Транспортувальні машини є машинами безперервної дії, що перевантажують, як правило, однорідні сипучі або штучні вантажі. Електродвигуни привода цих машин безупинно працюють тривалий час (ПВ 100 %) без реверсування й звичайно вибираються із жорсткою характеристикою.

Абзетцер (нім. *Absetzer*, від *absetzen* – вивантажувати у відвал (розкрити породу) – це або відвалоутворювач – гірське обладнання для складування розкритих порід або інших матеріалів, що виникають при видобуванні або збагаченні в гірському виробництві або в енергетиці, або цепний, багатокішечний екскаватор безперервної дії.

Відвалоутворювачі, що використовуються при формуванні штабелів сипучих матеріалів на складських площадках, а також у різноманітних вирівнювальних складах для гомогенізації сипучих вантажів різної якості, називають у російськомовній літературі також штабелеукладачами, а в англійській – стакерами. Для закладки вирівнювальних штабелів особливо ефективним є повністю автоматичний режим роботи. На складах прямокутного типу встановлюються, як правило, штабелеукладачі на рейковому ході, розвантажувальна стріла яких оснащується часто механізмами підйому й повороту. Штабелеукладач із поворотною стрілою необхідний для закладки штабелів з паралельним розташуванням, а також для технологічних схем «Strata» і «Windrow». При такому конструктивному виконанні розвантажувальна стріла

повертається за допомогою кулькового опорно-поворотного круга. Установлення стріли за висотою здійснюється регульованим механізмом підйому за допомогою або гідравлічного привода, або системи канатних блоків. За необхідності закладки матеріалу на малій відстані від гребеня штабеля, що укладається (щоб уникнути ушкодження матеріалу або сильного пилеутворення), висота розвантаження стріли повинна змінюватися в широких межах.

Відвалоутворювач (англ. *spreader, stacker*; нім. *Absetzer*; фр. *Engine de mise a terre*; ісп. *Puente dees combrera, maquina paraformares combrera, maquina paraformacion dees combreras, agregado paraformardees combreras*) – машина для укладання розкривних порід (або корисних копалин) у відвал (або на спеціально відведені площі). Зазвичай відвалоутворювач – частина конвеєрного комплексу на гусеничному, рейковому, крокуючому або крокуючо-рейковому ході із приймальною й похилою відвальною консолями.

Реклаймер – гірське обладнання, призначене для відвантаження штабелювання руди, вугілля, щебеню і т. ін. Оснащений роторним захватом вантажу (ковшове колесо) і поворотною стрілою. Стакер-реклаймер (*stacker-reclaimer*) оснащений системою конвеєрів для забору руди зі складу (відкритого або закритого) і відвантаження її в рухомий склад. Зазвичай пересувається залізничними шляхами. Іноді буває на гусеничному ході.

Реклаймер – це велика машина, використовувана в процесах обробки сипучих матеріалів. Функція реклаймера полягає в тому, щоб витягати зі складу сипучий матеріал, такий, як руда й злаки. Для укладання матеріалу використовується укладальник. Реклаймери є об'ємними машинами, їх потужність розраховується у кубометрах на годину часто перераховується тонн на годину залежно від середньої об'ємної щільності матеріалу. Реклаймери зазвичай переміщуються по рейках між бортами на складі. Ківшевий реклаймер може рухатися в трьох напрямках: горизонтально уздовж рейки; вертикально, «розмахуючи» стрілою; обертально, повертаючи стрілу. Реклаймери зазвичай забезпечуються електричним приводом за допомогою тягнучого кабелю.

Роторний екскаватор – екскаватор безперервної дії на гусеничному або крокуючо-рейковому ходовому обладнанні, призначений для розробки ґрунту, породи за допомогою робочих елементів (ковшів, скребків або різців), укріплених на роторному колесі. Розрізняються траншейні роторні екскаватори – машини поздовжнього копання, призначені для риття траншей, і роторні стрілові екскаватори – машини радіального копання, призначені для кар'єрних і видобувальних робіт.

Основні завдання, розглядаються у даному розділі, – це транспортування, перевалка сипучих (насипних) вантажів, а також їх збереження у просторово обмежених і взаємопов'язаних виробничих одиницях (на відміну від транспортування вантажними автомобілями, суднами, літаками).

Перевалкою називають усю сукупність процесів, необхідних для переміщення вантажів на транспортний засіб (судно, літак, тягач і т. ін.). Але для

початку треба добути корисний насипний вантаж (вугілля, руда, пісок, мінеральні добрива) з землі. Для цього є роторні багатоківшеві екскаватори, або абзетцери (ланцюгові, багатоківшеві екскаватори) (рис. 2.1 і 2.2) [3].

Технологічний ланцюг транспортування насипних вантажів від цих машин наведено на рис. 2.3 [3].

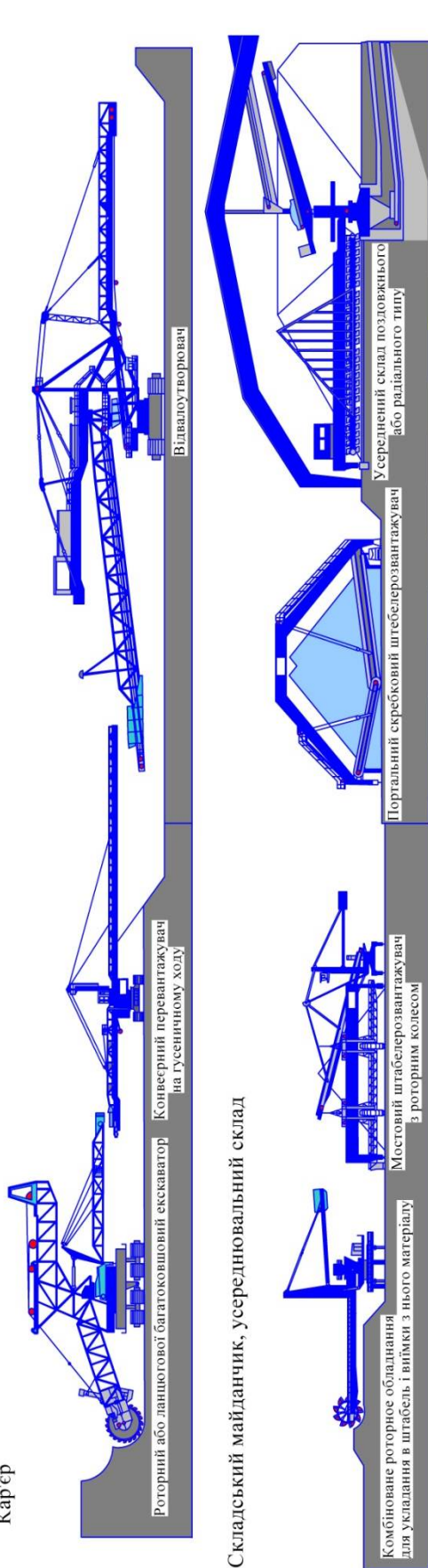


Рис. 2.1. Роторний екскаватор з навантажувальним механізмом.
Продуктивність 5000 м³/год, висота копання 26 м. Фірма FAM

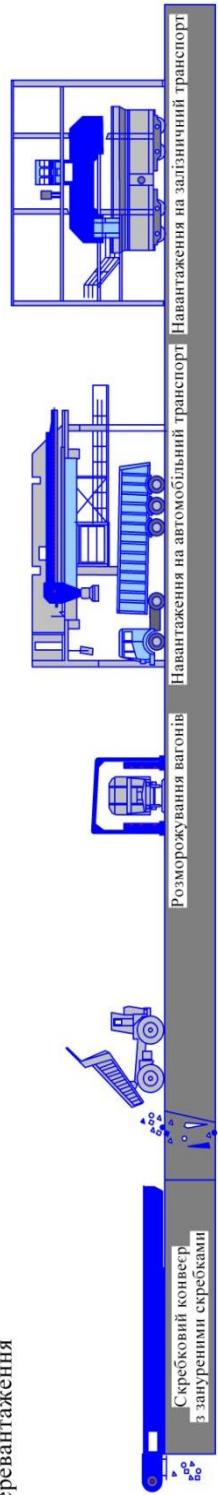


Рис. 2.2. Абзетцер на буровугільному розрізі. Продуктивність 1400 м³/год,
глибина копання 16 м, висота копання 17,5 м. Фірма FAM

Кар'єр



Транспортування, перевантаження



Дроблення, подрібнення, сортування

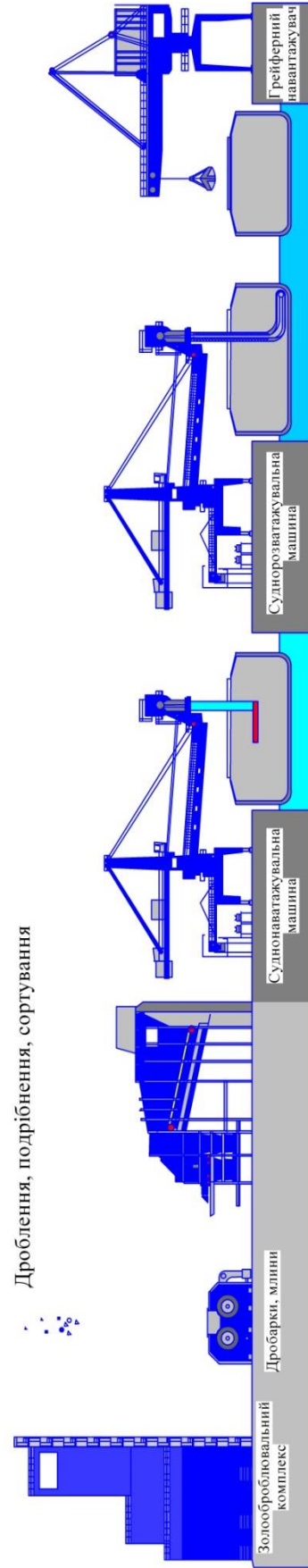


Рис. 2.3. Технологічний маршрут насипного вантажу

У подальшому ми не розглядаємо відкриті кар'єрні роботи. Це окремий розділ техніки, пов'язаний іншим порядком багатьох фізичних величин, з особливими умовами великого відкритого кар'єру. Наприклад, з великим опором ґрунтів при видобуванні вскришних порід та мінералів або великим потоком сипучих матеріалів і т. ін. Вибір і конструкція використаних у кар'єрних роботах підйомно-транспортних машин великою мірою залежить від застосованих у даному випадку технологій видобування, опис яких виходить за межі цього навчального посібника.

Наведемо технологічний маршрут насипного вантажу (див. рис. 2.3). З цієї схеми ми виключаємо розділ «Кар'єр» з викладених раніше причин і зосереджуємося в подальшому на двох інших: складський майданчик, усереднювальний склад; транспортування і перевантаження насипних вантажів на транспортні засоби.

Для того щоб уявити обсяг робіт з завантаження і розвантаження, розглянемо комплексний балкерний термінал з безперервним розвантаженням морських суден, складською технікою і автоматизованою технікою для завантаження каботажного (прибережного) та залізничного транспорту (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Комплексний балкерний термінал із безперервним розвантаженням морських суден, складською технікою і повністю автоматизованою технікою для завантаження каботажного і залізничного транспорту

А щоб навантаження і розвантаження проходило без проблем, треба ретельно вивчати такі дисципліни, як «Властивості сипучих матеріалів і механіка сипучих матеріалів», «Основи розрахунку продуктивності», «Збері-

гання і змішування сипучих матеріалів». Однак в даному навчальному посібнику вони не розглядаються. Щодо розрахунку продуктивності обмежимося лише декількома зауваженнями.

На рис. 2.5 зображено фрагмент – вугільний термінал з рис. 2.4.

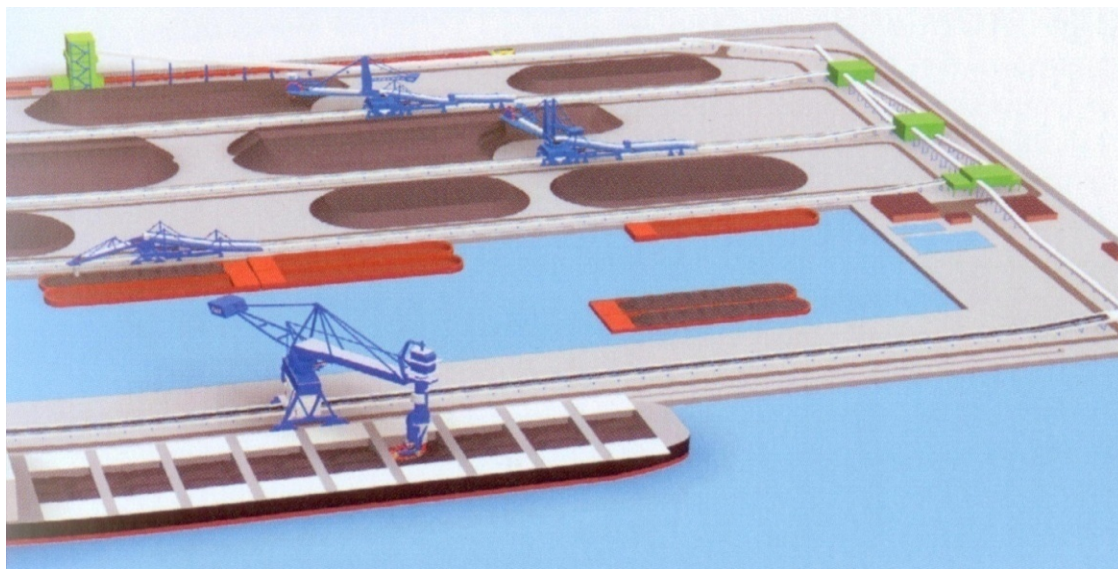


Рис. 2.5. Вугільний термінал

2.2. Основи розрахунку продуктивності

Оскільки на практиці в основному задається необхідна масова витрата I_m , то обсяги витрат I_V , що визначають потрібну площу перетину потоку і в зв'язку з цим габарити підйомно-транспортної машини, можуть бути враховані через насипну щільність ρ_b .

Як і раніше, часто використовувані терміни «продуктивність» і перевантаження підйомно-транспортної машини є некоректними, оскільки при потоці матеріалу з точки зору фізики, мова йде не про «продуктивність», і залишається неясним, чи відносяться ці терміни до маси або до об'єму потоку. Використовуваний на практиці термін «пропускна спроможність» повинен бути уточнений поняттями «масова пропускна спроможність» або «об'ємна пропускна спроможність».

На етапі планування підйомно-транспортної системи часто задається необхідна масова пропускна спроможність у тоннах на рік. Із цієї величини повинна бути обчислена реалістична (тобто відповідна до реальних умов експлуатації) масова витрата в тоннах на годину. Для розрахунків параметрів за основу береться номінальна масова витрата I_{mn} (або номінальна об'ємна витрата I_{VN}), яка повинна відповідати максимально можливому потоку

матеріалу. Теоретично необхідну площу поперечного перерізу вантажного потоку на стрічки конвеєра A_{th} можна обчислити з урахуванням реального коефіцієнта наповнення φ :

$$I_{mn} = I_{VN} \rho_b = \varphi \cdot A_{th} \cdot v \cdot \rho_b, \quad (2.1)$$

де I_{mn} – номінальна масова витрата вантажного потоку; I_{VN} – номінальна об'ємна витрата вантажного потоку; ρ_b – насипна щільність вантажу; φ – коефіцієнт заповнення перерізу вантажного потоку; A_{th} – площа поперечного перерізу вантажного потоку на стрічки конвеєра: $A_{th} = I_{VN} / \varphi \cdot v$; v – швидкість потоку вантажу.

На прикладі суднорозвантажувача, який постійно (безперервно) працює з ківшевим елеватором (рис. 2.6), стає зрозуміло, що указання середніх значень потоку матеріалу має важливе значення.



Рис. 2.6. Башмак норії для безперервного приймання сипучих вантажів

При черпанні з повного вантажного простору за допомогою спеціально розробленого башмака норії пристрій може функціонувати безперебійно зі ступенем наповнення ковша $\varphi = 1$ протягом тривалого періоду часу. З рівнян-

ня 2.1 впливає, що максимальний потік матеріалу відповідає номінальній масовій витраті I_{mN} або номінальній об'ємній витраті I_{VN} :

$$A_{id} = V_B \frac{\varphi}{l_T} = \frac{I_{VN}}{v} = \frac{I_{mN}}{v \cdot \rho},$$

де A_{id} – ідеальна площа вантажного потоку; V_B – об'єм ковша; l_T – відстань ковшів.

Параметри сполученої підйомно-транспортної техніки всередині системи пересування матеріалу також повинні бути встановлені відповідно до цього значення. Проте для розрахунку загального часу розвантаження судна необхідно враховувати час простою, викликаного зміною люків, прибиранням вантажного простору, як і значно менший ступінь наповнення ковша при розвантаженні залишків. Через це середній потік матеріалу (середня масова пропускна здатність) може становити лише від 40 до 75 % від максимальної або номінальної масової витрати.

2.3. Підйомно-транспортні машини періодичної дії, продуктивність підйомно-транспортних машин при циклічному режимі роботи

Навіть при циклічному режимі роботи можна говорити про потік матеріалу (пропускну спроможність). У процесі роботи підйомно-транспортних машин періодичної дії транспортування реалізується за допомогою декількох послідовних але в той же час частково одиночних переміщень (наприклад, при розвантаженні грейферами – закриття, підйом і поворот грейфера). Повторювані у тій самій послідовності окремі рухи, виконувані між прийманням даного і наступного вантажу, утворюють цикл роботи. Час, необхідний для цього, називається тривалістю циклу t_s . Число циклів роботи z_s – це кількість виконаних в одиницю часу циклів роботи.

З цього впливає рівняння для масової витрати (масової пропускної здатності) I_m з числа циклів z_s в одиницю часу $z_s = 1 / t_s$, обсягу грейфера V_G , насипної щільності ρ_b і ступеня наповнення ковша φ :

$$I_m = V_G \cdot \rho_b \cdot \varphi \cdot z_s = \frac{V_G \cdot \rho_b \cdot \varphi}{t_s}.$$

При розгляді підйомно-транспортних машин періодичної дії також потрібно розрізняти максимальні масові витрати $I_{m \max}$, номінальні масові витрати I_{mN} (за певних обставин вони рівні) і середню масову витрату I_{mm} . При розвантаженні суден за допомогою грейфера значення $I_{m \max}$ досягається

лише при ступені наповнення $\phi = 1$ при черпанні з повного вантажного простору і при мінімальній тривалості циклу t_{\min} .

Мінімальний час циклу передбачає виконання таких загальних умов:

- ідеальні характеристики сипучого вантажу;
- безперебійна робота грейфера;
- максимальна швидкість і прискорення робочих рухів;
- накладення окремих робочих рухів;
- найкоротший підйомний шлях (найвищий рівень води, висота поверхні сипучого вантажу в судні);
- найкоротший шлях до передавального бункера.

На практиці максимальна пропускна здатність досягається лише на короткий проміжок часу, оскільки необхідні ідеальні передумови виконуються завжди протягом робочого часу. Для визначення типу обладнання і особливо послідовно з'єднаних підйомно-транспортних засобів хоча і необхідно враховувати величину максимального обороту, але ця величина не годиться в якості гарантійних даних. Для розрахунку номінальної пропускної здатності підйомно-транспортних установок циклічної дії необхідно визначати реальні умови їх експлуатації. Якщо про номінальну пропускну здатність домовляються в рамках гарантійного договору між виробником установок і покупцем, то повинні бути дотримані також умови експлуатації для договірної номінальної пропускної здатності.

Для визначення номінальної пропускної здатності є доцільним працювати з середніми характеристиками шляхів або виробляти кілька розрахунків з різними варіантами шляхів. При розгляді середньої масової витрати підйомно-транспортних установок циклічної дії завжди потрібно враховувати цілу установку, оскільки в розрахунок необхідно включати і періоди часу, коли транспортування вантажів не відбувається або відбувається, але незначне. Коефіцієнт наповнення грейфера варіює залежно від характеристик і кількості сипучого вантажу. При розвантаженні залишків вантажного приміщення судна, наприклад, коефіцієнт наповнення грейфера рідко досягає значення $\phi = 1$.

2.4. Техніка для завантажувальних і розвантажувальних робіт

Розглянемо розробки вітчизняного ПАО ПТКІ «Укркраненерго», що були успішно втілені в портах України [5]. Це гама навантажувальних машин, які встановлюються на причалах портів і складах сипучих вантажів (Іллічівський морський порт та Одеський порт). Перша навантажувальна машина ПМЗ-900У1 була створена у 1997 році і працює зараз, завантажує судна зерном з продуктивністю 900 т/год. Для Миколаївського торгового порту ство-

рена аналогічна навантажувальна машина для транспортування хлористого калію ПМ-700У1 продуктивністю 700 т/год. Машина оснащена телескопічним хоботом, що хитається, а це забезпечує рівномірне завантаження усього об'єму трюму.

У подальшому були збудовані навантажувальні машини ПМБ-1200У1 та ПМЗ-1500У1.

Машина ПМЗ-900У1 призначена для завантаження сухогрузів DW до 70 тис. т. При установленні на ній пневмовакуумного обладнання вона може використовуватися для розвантаження суден.

Для хлібної гавані Одеського морського торгового порту установлена навантажувальна машина ПМ-1200У1 (рис. 2.7). Довжина стріли забезпечує завантаження суден DW від 5 до 85 тис. т.



Рис. 2.7. Навантажувальна машина ПМ-1200У1. Продуктивність 1200 т/год.
Установлена на пірсі

При цьому навантажувальна машина встановлена на пірсі. Її особливістю є малий габарит консолі, що не повинна виходити за габарит пірсу, оскільки з іншої його сторони може знаходитися судно під навантаженням. Ще однією особливістю є те, що магістральний конвеєр може знаходитися тільки у створі порталу, а перевантажувальний матеріал повинен потрапляти на стріловий конвеєр. Для цього на машині встановлена норія виробництва

США. У цей час машина працює на Іллічівському зерновому терміналі і забезпечує завантаження судів DW до 80 тис. т з продуктивністю 1200 т/год.

Навантажувальна машина ПМ-2000У1 (рис. 2.8) встановлена на причалі порту «Південний» і призначена для завантаження міндобрих насипною масою 900–1200 кг/м³ з причального конвеєра у трюми сухогрузів DW до 75 200 т.



Рис. 2.8. Навантажувальна машина ПМ-2000У1. Продуктивність 2000 т/год.
Установлена на причалі

Суднонавантажувальна машина ПМ-2000У1 пересувається коліями, які розташовані уздовж причального конвеєра. Розвантажувальний візок знаходиться усередині конвеєрної галереї причалу. Він з'єднаний шарнірно з суднонавантажувальною машиною, яка забезпечує перевантаження матеріалу з причального конвеєра галереї на похилий (тиловий) конвеєр суднонавантажувальної машини. Насипний матеріал через пересипний засіб надходить з похилого (тилового) конвеєра на стріловий конвеєр. Далі через бункер він потрапляє у телескопічний завантажувальний пристрій, з якого і відбувається завантаження трюму суховантажу. За допомогою відповідного механізму стає можливим змінювати довжину завантажувального пристрою.

Особливістю цієї машини є найдовша стріла, яка не має аналогів у європейських виробників, що дозволяє завантажувати судна з високим DW.

Навантажувальні машини спроектовані і виготовлені з застосуванням мотор-редукторів європейських виробників, а система керування зроблена на базі частотних перетворювачів фірми «Siemens».

Наведемо декілька прикладів обладнання для складування, розробленого фірмою «WeserEngineering» [6] для поздовжніх та кругових складів, відкритих та під навісами. Ці машини можуть приймати та складувати вугілля та руду, вапняк, фосфати та калійні солі. Складські приміщення можуть бути сконструйовані як у формі сховищ, так і у формі змішувальних складів для вирівнювання характеристик матеріалу. Електричне обладнання складських приміщень забезпечує будь-який бажаний режим роботи, аж до повністю автоматичного, відповідно до принципу роботи складської техніки.

Крім абзетцерів (відвалоутворювачів), є велике розмаїття усіх видів завантажувальних пристроїв у простих та комбінованих типах конструкцій, роторні мостові пристрої, барабанні завантажувальні пристрої, а також порталні та мостові скребкові реклаймери (кратер-крани). Пристрої можуть працювати у поздовжніх та кругових складах у найрізноманітніших кліматичних умовах.

Пристрої фірми «WeserEngineering» для безперервного завантаження та розвантаження суден морського та каботажного плавання проектується у конструктивному типі відповідно до кожного застосування. Завантажувачі суден обладнані для завантаження зерна з малим утворенням пилу, для завантаження добрив або сипучих вантажів, таких, як вугілля або руда, а також для завантаження мішків (рис. 2.9–2.17).



Рис. 2.9. Завантажувач суден для зерна в морському порту м. Росток



Рис. 2.10. Завантажувач суден для зерна в морському порту в Іспанії



Рис. 2.11. Завантажувач суден для добрив з паралельними стрічковими конвеєрами



Рис. 2.12. Завантажувач суден каботажного плавання для десульфатизації гіпсу



Рис. 2.13. Завантажувальна установка для фосфатів



Рис. 2.14. Завантажувач морських суден для мішків, продуктивність (потужність) 2400 мішків/год



Рис. 2.15. Телескопічний завантажувальний пристрій для мішків цукру

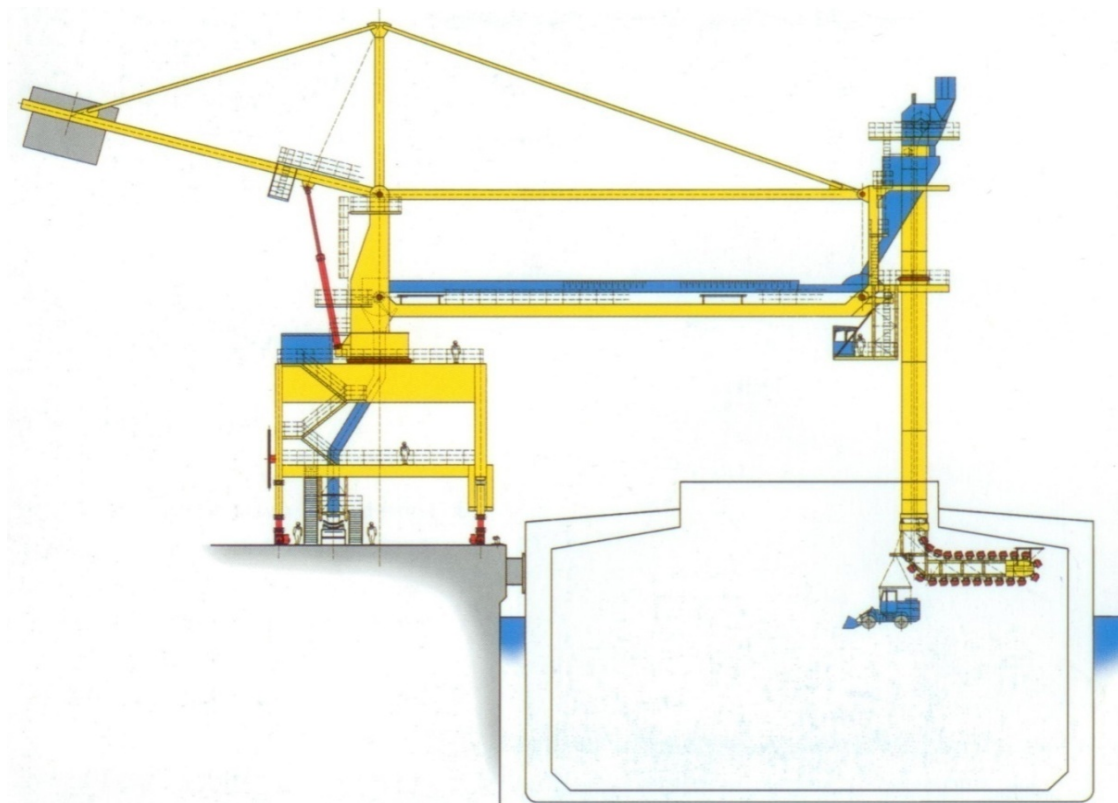


Рис. 2.16. Розвантажувач суден безперервної дії



Рис. 2.17. Деталі пристрою для завантаження суден каботажного плавання з малим утворенням пилу

На рис. 2.18 наведено умовні зображення різноманітної транспортальної техніки, які ми в подальшому будемо використовувати.

Тип	Абзетцер	Підйомно-поворотні	Поворотні	Підйомні	У поздовжніх складах із завантажувальним столом	У поздовжніх складах з перевалочним лотком	У круглих складах із воронкою в підлозі	Рейкламери
Повздовжні склади	Без відтяжки							Портальні скребоків
	Із цілісною відтяжкою							
	З відтяжкою з декількох частин							
Кругові склади	Без відтяжки							Стрілові
	Із цілісною відтяжкою							
	З відтяжкою з декількох частин							
Мостові								Мостові
Стрілові								Роторні

Рис. 2.18. Типи пристроїв відвалаутворення (абзетцерів) та вилучення вантажу з відвалу (рейкламери)

2.5. Склади. Зберігання і змішування сипучих вантажів

Важливою галуззю застосування підйомно-транспортної техніки для сипучих вантажів є зберігання і гомогенізація різних матеріалів як складові частини процесу матеріального потоку в загальному логістичному концепті індустрії переробки сипучих вантажів [4]. У цьому підрозділі наведено концепти і тенденції розвитку, оскільки кожне вибране рішення має великий вплив на господарський устрій всієї підйомно-транспортної системи для сипучих вантажів.

З найрізноманітніших причин при переробці сипучих вантажів необхідно споруджувати складські майданчики. Найважливішою підставою для цього в більшості випадків є необхідність створення накопичувача (буфера) між переривчатою (циклічною) поставкою (наприклад, за допомогою суден або потягів) і безперервною виїмкою вантажу. Якщо в поставках відбуваються зволікання, то складський майданчик виконує роль запобіжного буфера, який повинен забезпечити постійний режим роботи відповідної установки на певний відрізок часу.

Якщо не виникає особливих вимог щодо гомогенності (тобто хімічної і фізичної однорідності) матеріалу, то відвалами сипучих вантажів є складські майданчики в чистому вигляді.

Однак велика галузь застосування індустрії переробки сипучих вантажів вимагає їх технологічної підготовки. Вони повинні надаватися до розпорядження в максимально гомогенному вигляді щодо їх хімічних і фізичних характеристик. Оскільки такі сипучі вантажі, які зазвичай видобуваються в каменоломнях або кар'єрах, можуть сильно варіювати щодо цих характеристик, складські майданчики для них повинні відповідати набагато більш високим вимогам. Складський майданчик, який служить не тільки для створення накопичувача (буфера) або резервного запасу, але також і для усереднення властивостей матеріалу, називається усереднювальним складом.

Процес змішування і попередньої гомогенізації в межах такої споруди забезпечується за допомогою комбінації певних технологій штабелювання і розбирання. Зокрема, матеріал укладається поступово шар за шаром і, залежно від виду виїмки, кілька або всі шари відразу вивантажуються назад. Дієвість такого усереднювального складу виражається ефектом перемішування.

Співвідношення площі і необхідних обсягів складу є визначальним фактором для розуміння того, який тип складу необхідно спланувати. Загалом виділяють поздовжні і кругові склади. Дуже важливими також є крайові умови, які визначаються процесами перед складуванням і після нього, а також характеристиками сипучого вантажу.

До складського обладнання зазвичай відносять:

- пристрої для завантаження і виїмки сипучого вантажу;
- складські площі (відкриті і готові до завантаження);
- стрічкові конвеєри для поставки матеріалу на склад і видалення матеріалу зі складу;
- додаткове обладнання, наприклад для зрошення, уловлювання пилу або протипожежні установки;

Залежно від форми поверхні складу і його розміру, можна зводити різні відвали сипучих вантажів.

Розв'яжемо рівняння для визначення обсягу сипучого вантажу V . Для кожного складованого вантажу відомий кут укосу α . Зазвичай відомий необхідний обсяг відвалу. За допомогою цих даних обчислюємо необхідну довжину, ширину або висоту, або ж радіус (для кругових складів) відвалу.

Для поздовжнього складу з двома кінцевими конусами маємо

$$V = \frac{l \cdot b^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{4} + \frac{b^2 \cdot \pi \cdot \operatorname{tg} \alpha}{24}. \quad (2.4)$$

Після визначення ширини складу b для довжини складу отримуємо

$$l = \frac{4 \cdot V}{b^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha} - \frac{b \cdot \pi}{6}. \quad (2.5)$$

2.5.1. Поздовжні склади

Мабуть, найпоширенішою формою складів для сипучих матеріалів є поздовжні склади, які, як правило, мають співвідношення довжина–ширина мінімум 3: 1. Поздовжні склади найчастіше розташовуються під відкритим небом. Якщо ж вантаж, який складається, не можна піддавати метеорологічним впливам або ж якщо необхідний захист навколишнього середовища від забруднення цим вантажем, то він може бути поміщений в критий павільйон. Для завантаження сипучих вантажів використовуються абзетцери (відвалоутворювачі), що пересуваються вздовж відвалу, або ж передавальні візки і пересувні стрічкові конвеєри. Для виїмки з відвалу застосовуються такі пристрої, як мостові, порталні, бічні кратцер-крани або роторні реклаймери.

Поздовжні склади часто розташовуються паралельно один одному (рис. 2.19). Перевагою їх є те, що можна одночасно робити завантаження одного і виїмку іншого відвалу.

На рис. 2.20 зображена схема поздовжніх відвалів (розташованих послідовно один за одним), які завантажуються абзецером, а розвантажуються реклаймером. На рис. 2.21 наведено поздовжній склад вапняку, де абзетцер і бічний реклаймер знаходяться в послідовному розташуванні.



Рис. 2.19 Поздовжній склад для сипучих вантажів у паралельному розміщенні для засипання і розбирання відвалу

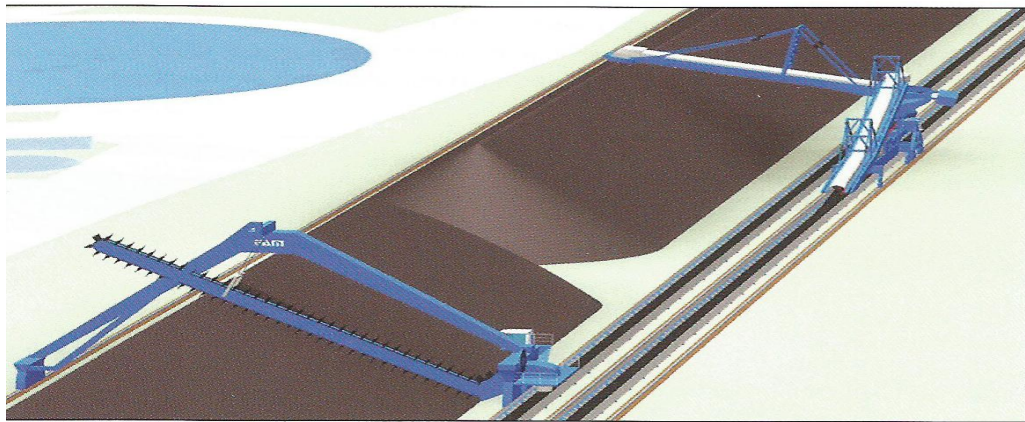


Рис. 2.20. Схема повздовжнього складу насипних вантажів, які працюють в тандемі з реклаймером



Рис. 2.21. Повздовжній склад вапняку. Абзетцер і бічний реклаймер у послідовному розташуванні

На рис. 2.22 зображено найбільший реклаймер (ширина колії 60 м), а на рис. 2.24 – його елементи.



Рис. 2.22. Портальний скребковий реклаймер (кратцен-кран), ширина колії 60 м

Найбільший абзетцер має довжину стріли 40 м (рис. 2.23).

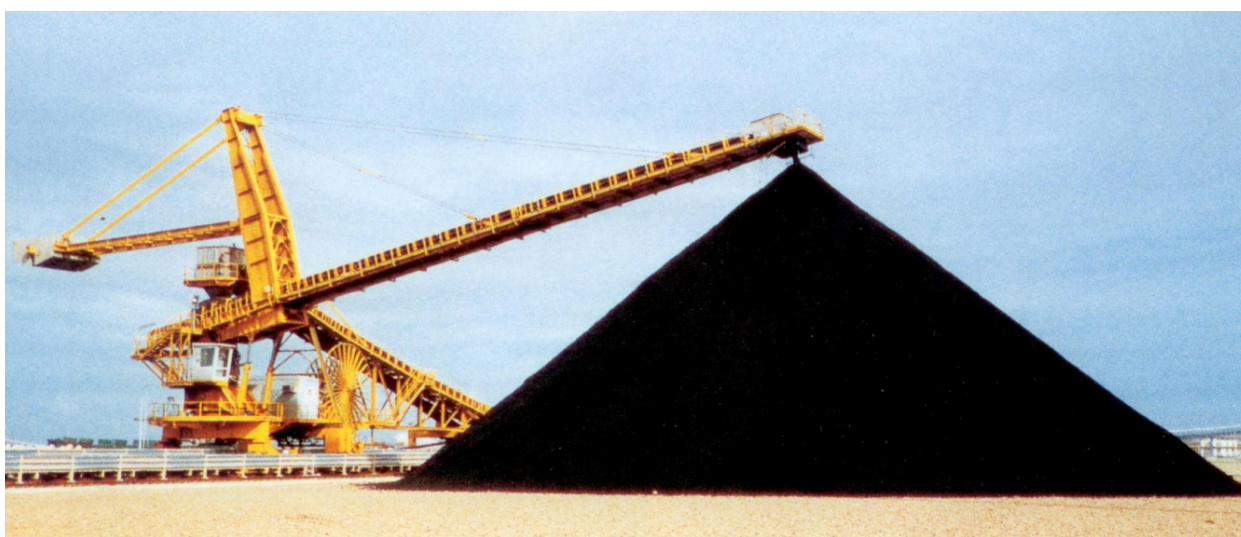


Рис. 2.23. Поворотний абзетцер (відвалоутворювач), стріла 40 м

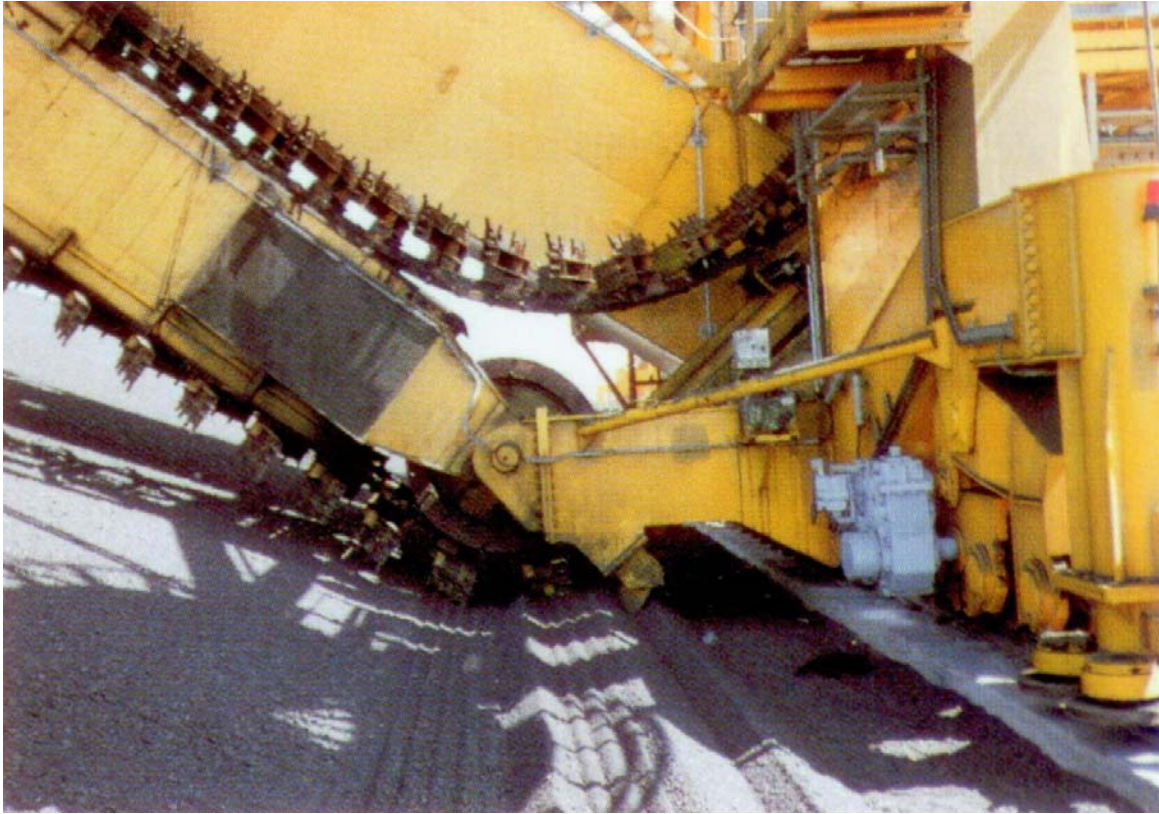


Рис. 2.24. Деталь скребкового портального кратцен-крана

2.5.2. Кільцевий склад

У цих «нескінченних» складах вантаж розміщується кругоподібно (кільцевим відвалом) абзетцером, який може повертатися навколо центральної колони (рис. 2.25 і 2.26). Реклаймер також повертається навколо центральної осі складу, переміщує вантаж в центральний хопер (бункер) під центральною колоною. Подальше транспортування відбувається під кільцевим складом по тунельному транспортеру. В силу своєї компактної конструкції кільцеві склади підходять для критого зберігання сипучих матеріалів. На відміну від поздовжніх складів, на кільцевих складах можливе необмежене одночасне безперервне завантаження і розвантаження того самого відвалу.

2.5.3. Створення відвалів сипучих вантажів

Загалом складований сипучий вантаж поставляється безпосередньо за допомогою стрічкових конвеєрів або вантажними автомобілями, потягами або суднами. Спочатку сипучий вантаж вивантажують з відповідного транспортного засобу, а після цього транспортують його стрічковим конвеєром на пристрій для завантаження, за допомогою якого відбувається засипання відвалу.

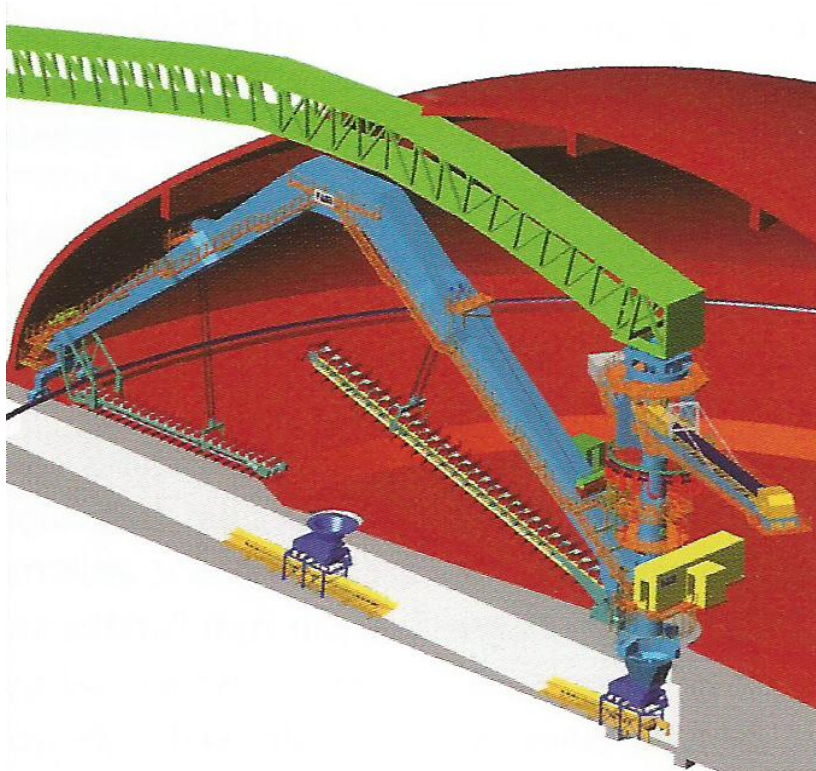


Рис. 2.25. Схематичне зображення кільцевого складу для сипучих вантажів з порталним скребковим реклаймером

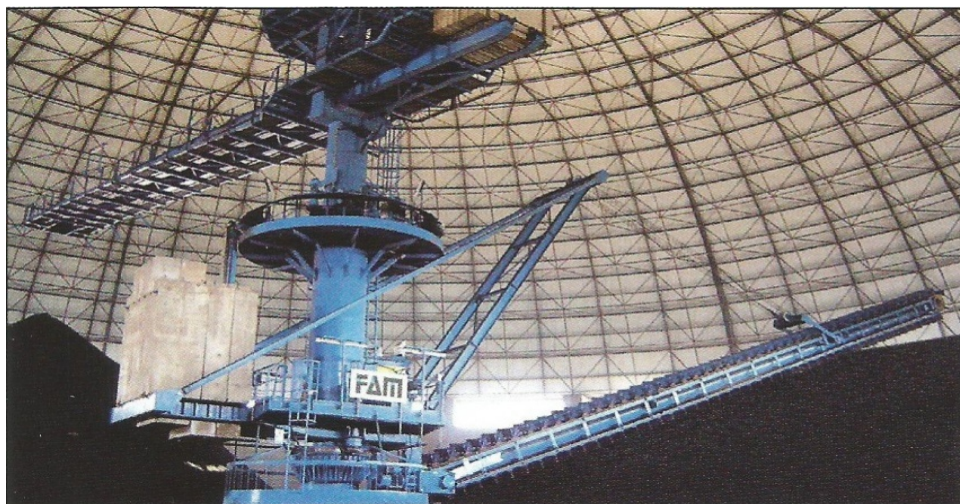


Рис. 2.26. Вугільний кільцевий склад з поворотним абзетцером і поворотним скребковим реклаймером

Винятком є установки, в яких місце видобутку сировинного матеріалу і місце подальшої переробки розташовані в просторовій близькості. В такому випадку відбувається безпосередня поставка сипучого вантажу на складський майданчик за допомогою конвеєра для транспортування на великі відстані.

Подача вантажу на абзетцер в круговому складі відбувається через стрічковий конвеєр, який передає сипучий вантаж над складом. У поздовжніх складах абзетцер з'єднується з подавальним стрічковим конвеєром через передавальний візок.

У критих складах або у складах, які знаходяться у приміщенні, альтернативою є завантаження з допомогою або стрічкового конвеєра з розвантажувальним візком, або декількох стрічкових конвеєрів.

Якщо склад сипучого вантажу використовується не тільки як накопичувач, але і як майданчик для гомогенізації властивостей матеріалу, то першим важливим рішенням при плануванні усереднювального складу є вибір методу складування. Критеріями вибору є характеристики сипучого вантажу, бажана ступінь змішування, а також наявність передбаченого пристрою для виїмки з відвалу.

Гомогенізація сипучих вантажів різної якості, з різним розміром частинок і характеристиками є поряд зі звичайним зберіганням найважливішим завданням усереднювального складу. Форма відвалу, засипка, розташування пристроїв і їх конструкція мають значний вплив на ефект змішування. Останній змінюється при сильних відхиленнях складованого сипучого вантажу від середнього складу і залежить від застосовуваних розвантажувальних пристроїв (мостові, порталні кратцеркрани, роторні реклаймери). У табл. 2.1 наведено методи штабелювання і розвантаження відвалів сипучих вантажів і оцінено очікуваний для кожного випадку ефект змішування.

Таблиця 2.1

Методи відвалоутворення і розбирання відвалів
і відповідні ефекти змішування

Метод відвалоутворення	Розбирання відвалу	Ефект змішування
Cone-Shell	торцеве повздовжнє	низький низький
Strata	торцеве повздовжнє	помірний добрий
Chevron	торцеве повздовжнє	добрий помірний
Windrow	торцеве повздовжнє	дуже добрий дуже добрий
Chevcon	торцеве повздовжнє	добрий помірний

2.5.3.1. Метод Cone-Shell. При використанні методу Cone-Shell (схема на рис. 2.27) насипний конус формується абзетцером, що рухається рівномірно повільно або дуже дрібними кроками з постійною висотою

скидання, або закріпленим на куполі складського приміщення стрічковим конвеєром. Такі склади застосовуються для сипучих вантажів з малим розміром частинок і однорідним складом, тобто для відносно гомогенних вантажів. Великою перевагою цього методу є те, що витрати на машинну техніку і управління обмежуються.



Рис. 2.27. Схема утворення відвалу за методом Cone-Shell

Сегрегація (поділ) виникає лише в межах одного ряду насипного конусу, розподіл часток за розмірами дуже рівномірний у поперечному перерізі відвалу. Число утворених, нашарованих один за одним насипних конусів визначається розміром частинок сипучого вантажу, кутом відкосу у конусів і бажаним ефектом змішування.

2.5.3.2. Метод *Strata*. Метод *Strata* полягає в тому, що абзетцер проїжджає безліч разів по поздовжній осі відвалу і змінює при кожному проїзді точку скидання вантажу в площині поперечного перерізу складу так, що виникає пластовий відвал (рис. 2.28). Абзетцер повинен бути поворотним, щоб досягати всіх ліній скидання.

Реклаймер працює уздовж тієї сторони складу, з якої можна надсікти всі шари відразу. При утворенні відвалів сипучих вантажів з широким спектром розмірів частинок виникає небажаний поділ за розміром частинок (сегрегація).

Для чутливих до падіння вантажів, щоб утворити пил, використовується абзетцер з підйомною розвантажувальною стрілою, щоб оптимально регулювати висоту скидання залежно від властивостей матеріалу і висоти ряду. Таким чином зменшується сегрегація вантажу.

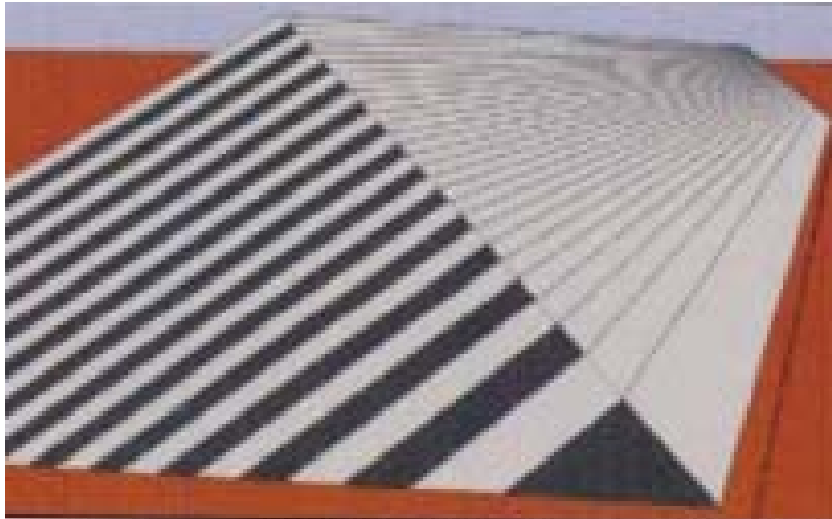


Рис. 2.28. Схема утворення відвалу за методом Strata

2.5.3.3. Метод Chevron. Метод Chevron передбачає постійне пересування абзатцера в напрямку поздовжньої осі відвалу. Він засипає матеріал дахоподібними шарами один на одного (рис. 2.29). При цьому точка скидання завжди знаходиться на постійній висоті. Більш щадяще працюють абзетцери з регульованою висотою стріли. Їх програмують так, що стріла знаходиться в максимальній близькості до краю відвалу, щоб уникнути руйнування матеріалу і утворення пилу. Змішування різних компонентів сипучого вантажу при використанні цього методу не викликає ускладнень. Зміну товщини шару зі зростаючою висотою відвалу (однаковий обсяг шару) можна компенсувати зниженням швидкості переміщення абзетцера. Ефект усереднення погіршується через сегрегацію за розмірами частинок в кожному шарі, але його можна повністю нівелювати за умови застосування мостового реклаймера і торцевої виїмки з відвалу.

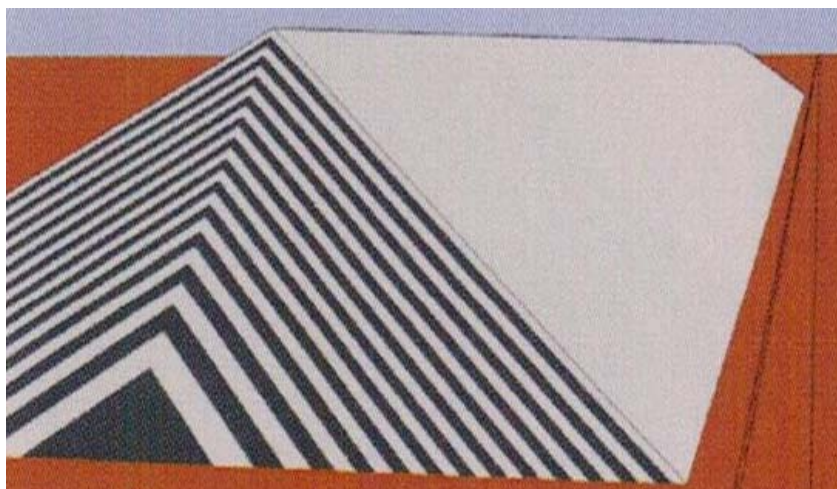


Рис. 2.29. Схема утворення відвалу за методом Chevron

2.5.3.4. Метод Windrow. Метод Windrow, також відомий як метод засипки дрібними смугами, пропонує рівномірний розподіл одного або декількох сипких вантажів в одному поздовжньому відвалі. Оскільки цей метод вимагає різних позицій скидання вантажу, то завантаження повинне здійснюватися за допомогою абзетцера з поворотною стрілою, здатною долати ширину складського майданчика.

Як показано на рис. 2.30, шари лежать компактними поздовжніми смугами один поруч з одним. У поздовжніх смугах хоч і збираються в нижніх відділах більші частки, але при відповідному виборі відстаней між рядами і їх висоти, а також загальної кількості шарів в поперечному перерізі, є можливість складування з дуже однорідним розподілом часток за розмірами. Розподіл поліпшується зі збільшенням числа шарів.

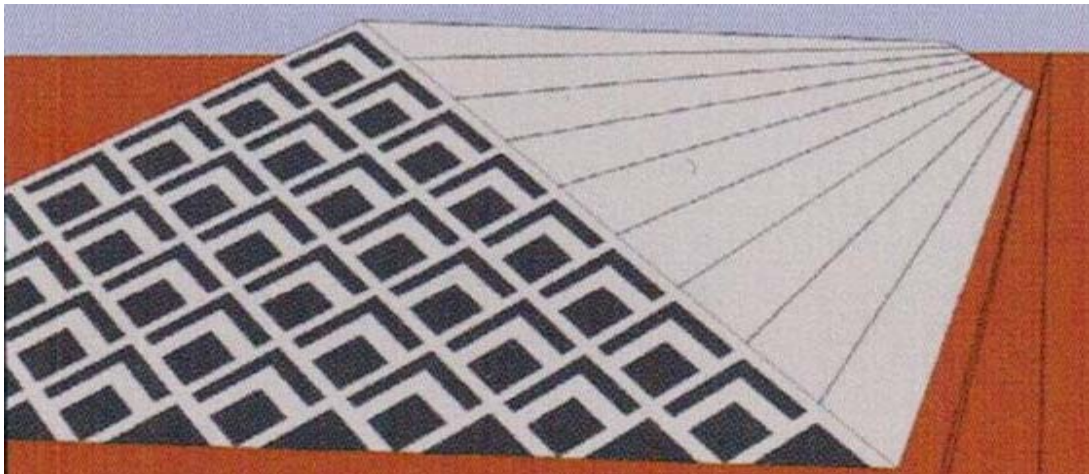


Рис. 2.30. Схема утворення відвалу за методом Windrow

2.5.3.5. Метод Chevron. Цей метод аналогічний методу Chevron, але пристосований для кільцевого складу. При такому методі укладання абзетцер постійно повертається у місці відвалу туди і назад. Місце відвалу зміщується при кожному поворотному циклі на певний кут, який відповідає радіальному зростанню відвалу. Абзетцер, що опускається, і абзетцер, що піднімається, викладає при цьому матеріал у дахоутворені шари один на одного (рис. 2.31). При укладанні він може бути запрограмований таким чином, щоб рухатися з мінімальною відстанню від гребеня відвалу, уникаючи деструкції матеріалу і утворення пилу. Вирівнювальний ефект послаблюється через сегрегацію розмірів часток у кожному покладеному шарі. Цей ефект, однак, може бути повністю компенсований за рахунок застосування мостового скребкового реклаймера. Трудомісткість процесу укладання для машин і техніки автоматичного керування за цим методом значно вища, ніж за методом Chevron.

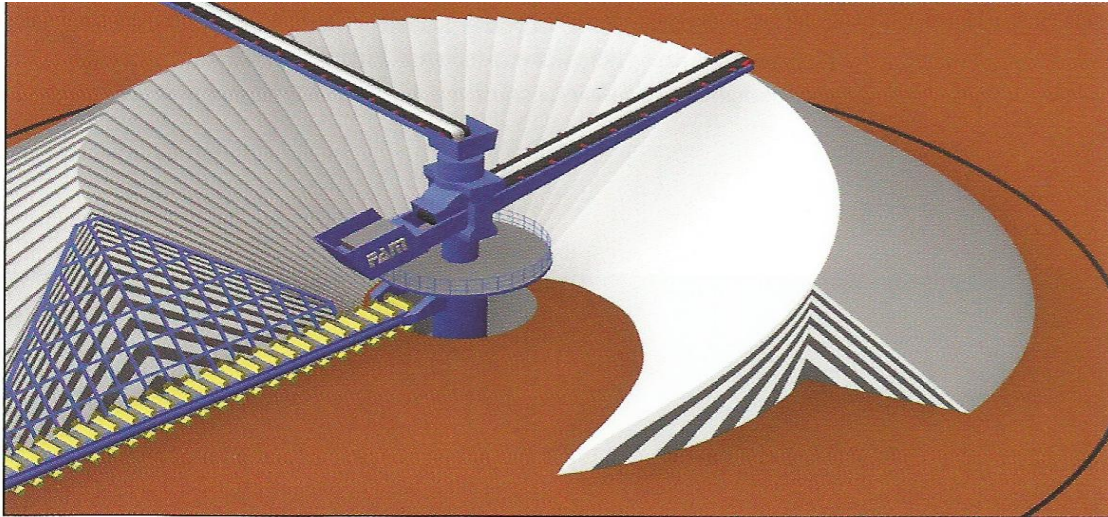


Рис. 2.31. Схема відвалу за методом Chevron

2.5.4. Вилучення відвалів сипучих матеріалів

У той час як у менших складах і при меншому потоці матеріалу вилучення сипучих матеріалів частково відбувається наприклад, колісними навантажувачами, у більших складах перевагу віддають різним безупинно працюючі реклаймерам і змішувальним пристроям. Мова йде про скребкові і ківшеві пристрої, якими можна управляти автоматично й напівавтоматично. Ці пристрої розбирають відвали, приймають сипучий вантаж і передають його на стрічковий конвеєр, що доставляє його до місця призначення. У поздовжніх складах розвантажувальні пристрої переміщуються по прокладених уздовж відвалу рейках і передають сипучий вантаж на стрічковий конвеєр, який також проходить уздовж відвалу. У кільцевих складах застосовуються поворотні реклаймери, які передають розташований у центрі складу сипучий вантаж через хопер на встановлений під складом стрічковий конвеєр. При розбиранні відвалів сипучих вантажів принципово виділяють поздовжнє й торцеве вилучення.

2.5.4.1. Поздовжнє вилучення відвалів. При поздовжньому вилученні відвалів за допомогою скребкових або роторних реклаймеров пристрій переміщається по рейках, що проходять паралельно відвалу. Сипучий вантаж розбирається ковшами і передається для транспортування на стрічковий конвеєр. Після поздовжнього переміщення уздовж відвалу виліт реклаймера опускається на глибину зрізу, і розвантаження складу триває в протилежному напрямку. Ця процедура може повторюватися до остаточного розвантаження відвалу.

Як реклаймери для розвантаження поздовжніх складів застосовуються бічні або порталні кратцер-крани (рис. 2.32).

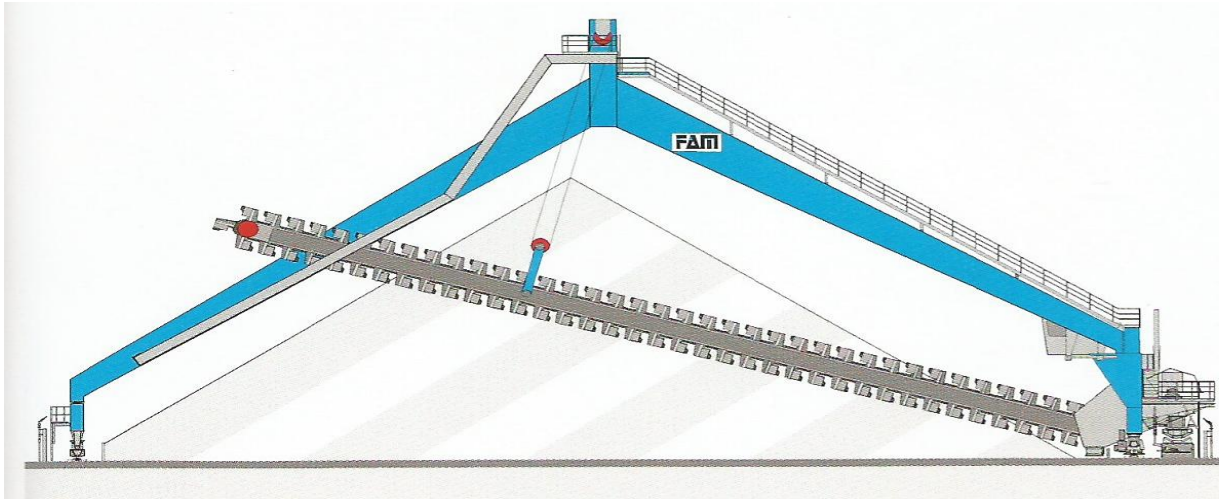


Рис. 2.32. Схематичне зображення поздовжнього вилучення відвалу за допомогою порталного скрепера

У кругових складах використовуються поворотні кратцер-крани, які обертаються навколо центральної колони, або порталні кратцер-крани, що пересуваються по кільцевих рейках. Стріла кратцер-крана розташована на або в матеріалі і транспортує вантаж, кількість якого залежить від швидкості руху ланцюга. Подальше збільшення з опусканням стріли довжина лінії зачеплення компенсується зміною глибини вироблення. Нахил, однак, з конструктивних міркувань, не може становити більш ніж 15° . Максимальний позитивний кут нахилу повинен бути більший, ніж кут нахилу матеріалу, щоб кратцер-кран мав можливість рухатися вздовж відвалу.

2.5.4.2. Торцеве розбирання відвалу. Для торцевого розбирання відвалу застосовуються в основному мостові пристрої зі скребковими ланцюгами або роторними колесами як приймаючими елементами (рис. 2.33). Попередньо зчеплена з приймальним елементом борона заривається в сипучий вантаж і проріджує його. Під дією сили тяжіння вантаж який зсипається до основи відвалу і там приймається пристроєм одержувача, а потім передається для транспортування на стрічковий конвеєр. За допомогою цієї техніки виробляється як дуже рівномірний, так і дуже гомогенізований потік сипучого вантажу.

Для цього методу виїмки необхідною умовою є хороша сипкість вантажів. Самостійне зсипання вантажу відбувається при цьому в тимчасовий проміжок, необхідний для перемикання борони на зворотний хід, так що потік вантажу добре усереднюється. Торцева виїмка відвалу прекрасно зарекомендувала себе також для усереднювальних складів, завданням яких є забезпечення високого ступеня гомогенізації сипучого вантажу. На рис. 2.34 і 2.35 наведено торцеву виїмку в круговому складі.

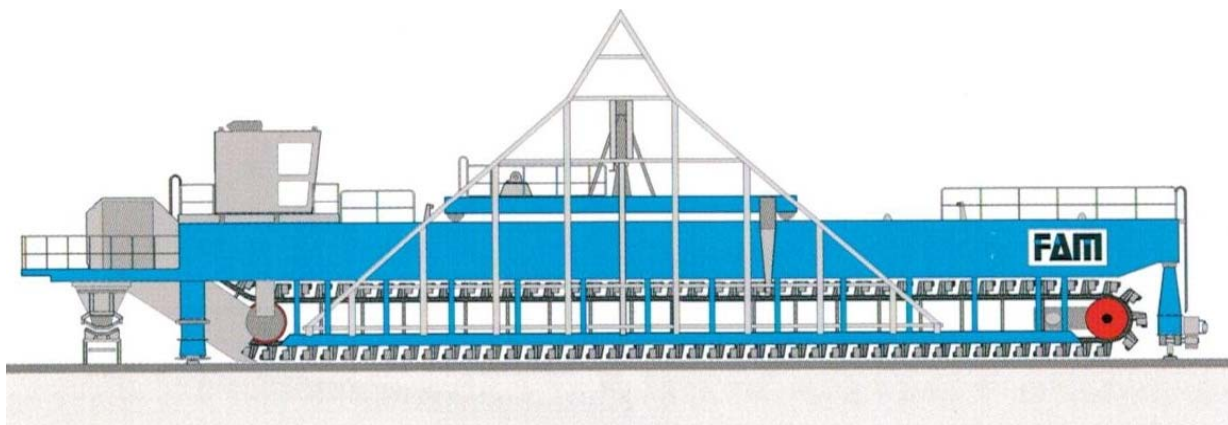


Рис. 2.33. Схематичне зображення торцевого розбирання у повздовжньому складі за допомогою мостового кратцер-крана

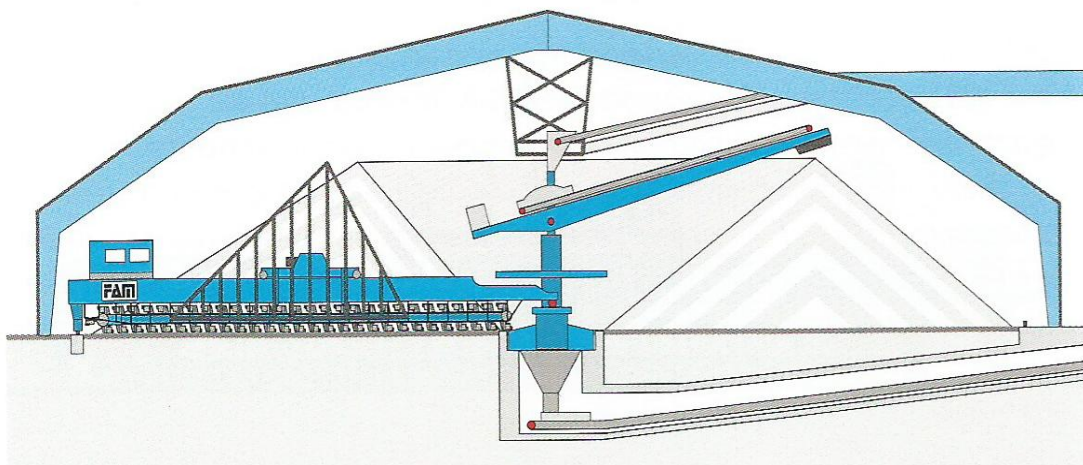


Рис. 2.34. Схематичне зображення торцевого вилучення відвалу в кільцевому складі поворотним мостовим скребковим реклаймером



Рис. 2.35. Приклад із практики: торцеве вилучення відвалу в кільцевому складі вапняку поворотним мостовим скребковим реклаймером

Поряд з уже названими мостовими пристроями при торцевому розбиранні можливе також застосування поворотних кратцер-кранів. Застосовувані в поздовжніх складах поворотні кратцер-крани переміщуються по прокладених посередині відвалу рейках або на гусеничному ході. Вони постійно обертаються із змінним нахилом стріли. Таким чином вони мають можливість, на відміну від бічних і порталних кратцер-кранів, розвантажувати широкі відвали навіть за допомогою короткої стріли.

2.5.5. Гомогенізація сипучих вантажів

Обробка матеріалів із сильно коливними властивостями (хімічний склад або спектр часток) вимагає якісної гомогенізації, щоб ефективно виконувати суміжні процеси. Тому усереднення сипучих матеріалів набуло в останні роки великого значення. Гомогенізація відбувається за допомогою змішування під час формування відвалу і його вилучення.

На ефект гомогенізації, також названий ефектом змішування, у значною мірою впливає вибір методу формування і вилучення відвалу.

Щодо ефекту змішування є велика кількість теорій, які по суті відрізняються тим, що по-різному розглядають відхилення від «ідеального матеріалу» та «ідеального відвалоутворення і ідеального вилучення відвалу». Усі теорії, проте, включають розуміння коливання певного, характеристичного показника сировинного матеріалу (наприклад, вміст CaCO_3 у вапняку або SiO_2 у глині) під час формування і розвантаження відвалу. Це відбувається за допомогою встаткування для забору проб і відповідної лабораторної техніки. Коливання в характеристиці сировинного матеріалу в межах відвалу можуть бути оцінені за допомогою реєстрації показника репрезентативних проб (тобто однакової кількості і розміру з однієї області потоку матеріалу за встановлену одиницю часу, однаковою методом аналізу і т. д.).

Аналіз результатів вимірів проводиться за допомогою статистичних методів. При цьому ефект змішування E , як правило, визначається як відношення стандартних відхилень розглянутого показника сировинного матеріалу перед змішуванням S_{in} і після нього S_{out} :

$$E = \frac{S_{in}}{S_{out}}. \quad (2.6)$$

Для стандартного відхилення справедливе

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad (2.7)$$

Щоб мати можливість визначити ефект змішування ще на етапі планування, можна, наприклад, орієнтуватися на дані з табл. 2.1 і, ґрунтуючись на цьому, установлювати відповідні методи завантаження і розвантаження. Умовою цього є точна відомість про стан складованого матеріалу.

Інший розповсюджений у практиці метод визначення ефекту змішування – це обчислення його на основі кількості шарів, які виникають при відвалоутворюванні:

$$E = k \cdot \sqrt{N_s} \quad (2.8)$$

де N_s – кількість шарів у поперечному перерізі відвалу; k – емпіричний коефіцієнт, який відбиває ефект змішування, що досягається на практиці (від 50 до 70 %). Звідси k дорівнює від 0,5 до 0,7.

Гарний ефект змішування може бути досягнутий, коли при формуванні відвалу утворюється як мінімум 200 шарів у поперечному перерізі. Взагалі як оптимум розглядаються 400 шарів (див. рівняння 2.8).

2.6. Переваги автоматизованих процесів завантаження і розвантаження

При повній автоматизації процесів завантаження і розвантаження можна реалізувати оптимальні концепти складських приміщень з такими перевагами:

- Заощадження витрат на обслуговуючий персонал при використанні повністю автоматизованих установок, а також забезпечення колізійної безпеки різних пристроїв на складському майданчику та управління при бічному зміщенні стрічки також для пристроїв з великою відстанню між опорами.

- Мінімізація зносу і використання енергії при орієнтованому на навантаження регулюванні швидкості транспортування.

- Складування і контроль якості різноманітних сипучих вантажів або характеристик сипучих вантажів шляхом інтеграції моделей складських майданчиків у процесах завантаження і розвантаження.

- Оптимізація завантаження залежно від розмірів складського майданчика шляхом впровадження відповідної моделі відвалоутворення.

- Управління процесом гомогенізації за допомогою застосування пристроїв для онлайн-аналізу в процесах завантаження і розвантаження.

- Оптимізація витрат по монтажу при повноцінному управлінні установками за допомогою радіоуправління.

- Збільшення доступності установок за допомогою постійного дистанційного отримання і обробки найважливішої інформації щодо роботи фірми з технічного нагляду.

– Перехід на технічне обслуговування відповідно до стану PMS-Plant Management System із застосуванням аналізу і доступних вимірюваних величин.

2.7. Підйомно-транспортні установки для відвального господарства

Для відвального господарства, тобто для завантаження і розвантаження сипучих вантажів на складських майданчиках, які зазвичай пов'язані з усередненням характеристик матеріалу, застосовується безліч різних підйомно-транспортних пристроїв. Найважливіші з них описані далі.

2.7.1. Стрічкові конвеєри

Як уже згадувалося, стрічкові конвеєри є найбільш часто використовуваними пристроями для транспортування сипучих вантажів на горизонтальних і похилих маршрутах. Це пов'язано з багатьма перевагами, які мають стрічкові конвеєри як підйомно-транспортні механізми постійної дії з безперервно рухомим тяговим і несучим органом в порівнянні з іншими механізмами:

- більш низька потреба в енергії, обумовлена несучою функцією стрічки;
- широкий діапазон параметрів щодо вантажопотоку, довжини конвеєра, пристрою маршруту транспортування;
- транспортування сипучих вантажів з різними характеристиками і розміром частинок;
- хороші можливості щодо очищення несучого елемента;
- проста будова пунктів прийому і здачі вантажу, можливість бункерного розвантаження;
- невеликі специфічні витрати установок, вигідне співвідношення маси і продуктивності;
- висока доступність установки, можливість автоматизації процесу транспортування і нагляду за режимом роботи;
- узгодження трасування ліній і профілю місцевості.

Щодо можливості зміни місця розташування розрізняють стаціонарні, напівстаціонарні і мобільні стрічкові конвеєри.

Стаціонарні стрічкові конвеєри (рис. 2.36) є складовою частиною стаціонарно встановлених транспортних ліній. Окремі конструктивні блоки, наприклад приводна станція, станція натягу, поворотна станція і опорний каркас, жорстко з'єднані з фундаментом або сталевими конструкціями.



Рис. 2.36. Стационарний стрічковий конвеєр з передавальним візком; передача вантажу виконується за допомогою мобільного стрічкового транспортно-відвального мосту для засипки трапецієподібного або пластового відвалу

Напівстаціонарні стрічкові конвеєри дозволяють пересувати установку перпендикулярно напрямку транспортування. За допомогою спеціально обладнаного бульдозера решітка колійного полотна, на якій шарнірно або жорстко розташоване обладнання конвеєра, піднімається з одного боку і пересувається в бічному напрямку (зрушення з однобічним підйомом і деформацією).

На рис. 2.37 наведено мобільні стрічкові транспортно-відвальні мости, які розташовані на гусеничних ходових механізмах таким чином, що можливе їх пересування перпендикулярно напрямку транспортування. Такі стрічкові транспортно-відвальні мости на гусеничному ходу довжиною до 450 м застосовуються, наприклад, для засипки або виїмки пластових відвалів при динамічній системі Leach-Pad для збагачення мідної і нікелевої руди.

Стрічкові транспортери на рейковому ходу служать переважно для поставок на поздовжні склади або для заповнення ряду бункерів. Більшість цих транспортерів оснащені реверсними приводами для реверсування напрямку транспортування.

Найважливішим конструктивним елементом стрічкового транспортера є нескінченно рухома транспортна стрічка, яка служить одночасно засобом тяги для передачі опору руху на направляючий барабан і несучим елементом для вантажу, який транспортується. Для коротких відстаней і невеликих

обсягів транспортування застосовуються тканинні стрічки з прогумованими прокладками для передачі сили тяги в основному з поліефірної нитки в ланцюзі (в поздовжньому напрямку) і з поліамідної нитки в утоку (в поперечному напрямку).



Рис. 2.37. Мобільний стрічковий транспортно-відвальний мост на дев'яти двійних гусеницях для пересування перпендикулярно напрямку транспортування

Ці конвеєрні стрічки називаються ЕР-стрічками. У позначенні типу конвеєрної стрічки вказується, крім того, значення гарантованого виробником номінального опору на розрив k_N щодо ширини стрічки (див. DIN 22101). Воно зазвичай становить для ЕР-стрічок максимум 3150 Н на міліметр ширини стрічки. Наприклад, ЕР-стрічка зі значенням ЕР 2000/4 з чотирма прокладками має номінальний опір $k_N = 2000$ Н на міліметр ширини стрічки.

Для панелей, які служать для захисту тканинних прокладок конвеєрної стрічки, використовуються, відповідно до навантаження, гуми різної якості. Товщина панелей зазвичай становить від 1 до 3 мм з неробочої сторони і від 2 до 6 мм з робочої. Залежно від галузі застосування і виду вантажу, який транспортується, можна модифікувати гумову суміш. В особливих випадках конвеєрні стрічки повинні бути тепло- і холодостійкими, жиро- і маслостійкими, а також мати антистатичні якості.

Для транспортування на довгі дистанції і великі підйоми застосовуються стрічки із сталевих канатів, в яких передача тягового зусилля стрічки відбувається через шар високоміцних, з усіх боків оточених гумою сталевих канатів (серцевина стрічки). Номінальний опір на розрив для стрічок із сталевих канатів складає від 500 Н (St 500) до 7100 Н (St 7100). Мінімальна

товщина пластин становить від 3 до 8 мм на неробочому боці і від 6 до 9 мм на робочому (DIN 22131). Діаметр канатів складає від 2,5 до 12 мм. Ширина стрічки нормується до 3200 мм.

Стрічка лежить на верхній і нижній гілках конвеєра на опорних роликах, у яких змащені підшипники кочення захищені від забруднення осьовими нерухомими пластмасовими ущільнювачами (лабіринтове ущільнення), щоб досягти терміну служби без технічного обслуговування від 5 до 6 років. У той же час вони мають дуже низький опір руху.

У верхній гілці три опорних ролика зазвичай складають одну роlikоопору. Кут нахилу зовнішніх роликів 30–45°; стрічці надається коритоподібна форма, щоб досягти якомога більшої площі поперечного перерізу вантажопотоку. Жорсткі роlikоопори мають ролики, положення осі яких закріплено скобами. У шарнірних роlikоопорах кінці роlikових осей з'єднані шарнірно один з одним.

Для нижньої гілки конвеєра використовуються однороlikові або злегка зігнуті (10–15°) роlikоопори, часто з запресованими в гарячому стані гумовими дисками для очищення стрічки. Залежно від завантаження і натягу стрічки (допустиме провисання стрічки) відстань між роlikооперами становить на верхній гілці від одного до трьох метрів, а на нижній від трьох до шести метрів.

Оскільки привід стрічки має силове замикання, завжди необхідна достатня сила натягу, утворена натяжною головкою. Найпростіша конструкція складається з однієї або двох приводних одиниць, розташованих на головному або скидальному барабані, і натяжної головки на задньому барабані перед пунктом здачі вантажу. Ця конфігурація натягу і приводу є вигідною при горизонтальному або висхідному маршруті транспортування. При великих потужностях приводу необхідні приводні механізми для другого барабана або додатковий задній привід.

Для коротких відстаней транспортування натягу проводиться за допомогою навантаженої зусиллям пружини натяжної головки, для довгих відстаней і великих тягових зусиль стрічки (великі розтягування стрічки) – за допомогою натяжних вантажів або регульованих лебідок на електричному приводі. Для тканинних стрічок необхідна натяжна відстань складає від 0,6 до 1,2 % (ЕР-стрічки) міжосьової відстані, для сталевих стрічок – від 0,1 до 0,3 %.

Скидання вантажу відбувається, як правило, з боку головного барабана на ділянку транспортного шляху за допомогою скидача (при невеликих вантажопотоках) або передавального візка (рис. 2.38).

Великі підйоми транспортного шляху можливі завдяки застосуванню спеціальних конструкцій, таких, як трубчастий стрічковий конвеєр. Трубчасті стрічкові конвеєри, які транспортують вантаж по закритому стрічко-

вому рукаву, можуть застосовуватися для кутів нахилу до 35° , для просторового розбиття ліній (горизонтальні і вертикальні криві), а також при особливих екологічних вимогах щодо викидів і забруднень.



Рис. 2.38. Стрічковий конвеєр з передавальним візком. Він передає вантаж на транспортно-відвальний міст на гусеничному ході для поставки у відвал

Круті і вертикальні відрізки шляху долають спеціальні стрічки з гнучкими боковими планками і додатковими поперечками або кишнями.

Утворення відвалів сипучих вантажів на складських майданчиках, а також різних усереднювальних складів для гомогенізації різних характеристик вантажу відбувається переважно за допомогою абзетцера. Для засипки усереднювальних складів особливо ефективним є повністю автоматичний режим роботи.

У поздовжніх складах частіше застосовуються рейкові абзетцери, а вантажні стріли виконуються поворотними або підйомними (рис. 2.39).

Абзетцер з поворотною стрілою особливо необхідний для завантаження паралельних відвалів і при використанні методу Strata або Windrow.

При такій формі зведення стрічка абзетцера повертається за допомогою сферичного поворотного з'єднання.

Установка висоти стріли відбувається за допомогою регульованого підйомного механізму, гідравлічно або через систему канатної тяги. Якщо засипку необхідно проводити з невеликої відстані від поверхні відвалу (для запобігання пошкодженню вантажу і великого пилоутворення), то стріла повинна мати широко варіабельну висоту скидання.

Завантаження абзетцера в поздовжніх складах відбувається за допомогою передавального візка (рис. 2.40), який іде за абзетцером або який з'єднаний з ним. У кільцевих складах (або в кільцевих усереднювальних комплексах) поворотний абзетцер розташований по центру (рис. 2.41).



Рис. 2.39. Абзетцер з цільною стрілою, що мають кут нахилу та обертається



Рис. 2.40. Абзетцер на рейковому ході з піднімальною гнучкою рознімною стрілою і передавальним візком

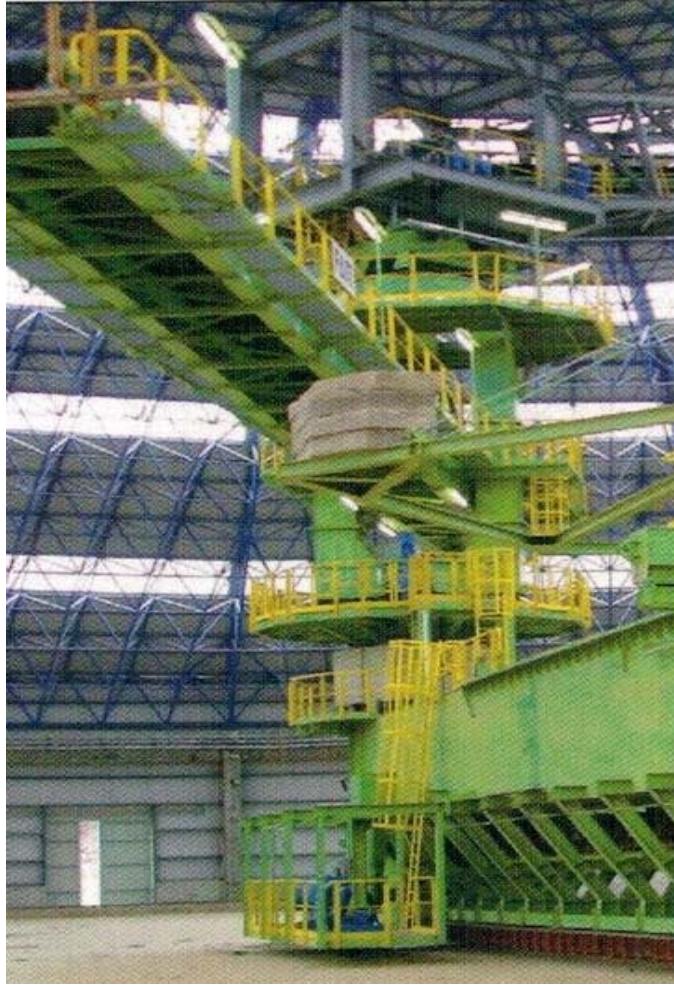


Рис. 2.41. Абзетцер з піднімальною гнучкою рознімною стрілою і передавальним візком

Через конвеєрну естакаду, розташовану над складом, на нього подається матеріал, що транспортується, безпосередньо в область осі обертання. Абзетцери для кільцевих складів установлюються на центральну колону і можуть шляхом підняття або опускання стріли змінювати висоту точки скидання.

При формуванні відвалів, що займають більшу площу відвалів (смітників), для відсипання застосовуються компактні абзетцери на гусеничному шасі (рис. 2.42). Для підвозу і передачі вантажу на абзетцер в основному необхідні пересувні стрічкові транспортери з передавальним візком.

Для безпосереднього відсипання вантажу в кар'єр застосовують, як правило, більші гусеничні абзетцери зі стрілою зі стрічкою для подачі матеріалу довжиною до 200 м.

Для складських майданчиків у більшості випадків досить абзетцерів з довжиною стріли до 60 м.



Рис. 2.42. Абзетцер з гусеничним ходом та піднімальною гнучкою рознімною стрілою і передавальним візком

Геометрія відвалів, метод відвалоутворення, розташування відвалів, сипучий матеріал і необхідна масова витрата є важливими критеріями для визначення параметрів абзетцера. Залежно від величини масової витрати визначаються параметри стрічкового конвеєра в стрілі, а також швидкість руху і кутова швидкість абзетцера. Відповідна конструкція стріли визначається насамперед необхідною довжиною стріли, а також масовою витратою матеріалу, що транспортується. Тут розрізняють стріли з жорсткою підвіскою і з гнучкою підвіскою, цільною або із двох частин.

2.7.2. Кратцер-крани (скребкові реклаймери) для розбирання відвалів

Для розбирання відвалів сипучих вантажів сьогодні переважно застосовуються скребкові реклаймери постійної дії різних конструкцій. Перший скребковий пристрій був розроблений на початку ХХ століття для розбирання відвалів калійної солі. Він витіснив грейферні крани, за допомогою яких здійснювались звична на той час переривчаста виїмка з відвалу. На противагу грейферам, ковші кратцер-кранів, що обертаються, в змозі виконувати розвантаження також затверділих поверхонь відвалів (рис. 2.43); з іншого боку можливий завдяки скребковим ланцюгам постійний процес виїмки відповідає вимогам подальшого постійного процесу переробки.

У зв'язку з безліччю різних типів, форм, методів засипання і розбирання відвалів існують різні конструктивні рішення. Машинна техніка,

сталеві конструкції, управління і продуктивність пристосовуються при цьому під різні вимоги індустрії переробки сипучих вантажів. Напів- і повністю автоматизований режим роботи забезпечує регульований встановлений процес роботи, особливо при розбиранні усереднювальних складів.

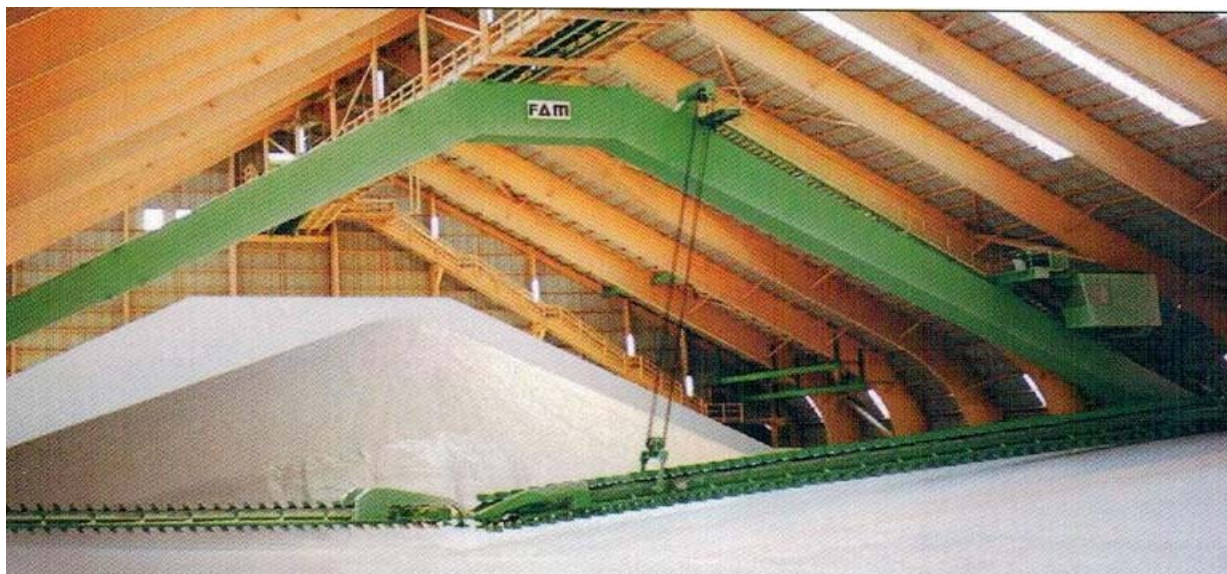


Рис. 2.43. Портальний кратцер-кран для калійної солі з шириною колії 56 м

Принципово розрізняють стрілові і мостові кратцер-крани з основними функціональними блоками: органом розбирання, несучою конструкцією і ходовим або поворотним механізмом. Орган розбирання складається з двох сталевих шарнірних ланцюгів, що лежать поруч один з одним і нескінченно обертаються, на яких закріплені ковші. Ланцюги спираються через ходові ролики на рейки. Ковші оснащені центральними напрямними роликами, які передають зусилля, що виникають при виїмці на додатково встановлену напрямну рейку.

Стрілові пристрої мають скребкову стрілу, що шарнірно з'єднана з основною рамою, з порталом (портальні кратцер-крани) або з поворотною колоною (поворотні кратцер-крани) і що утримується і піднімається або опускається канатною тягою. Як і абзетцери, скребкові реклаймери мають рейкову ходову частину для пересування уздовж відвалів (поздовжні склади) або поворотний механізм для поворотних рухів (переважно кругові склади).

При розбиранні відвалів відбувається накладення швидкості ланцюга v_f і швидкості руху v_f або швидкості повороту v_{sch} , причому співвідношення швидкостей зазвичай знаходиться в межах 7:1–15:1.

Перед початком робочого процесу стріла знаходиться над поверхнею відвалу і в напрямку відвалу перед ним. Кінець стріли опускається на глибину різання s_t , привід ходового або поворотного механізму включається.

Шляхом вибору швидкості руху або повороту встановлюється ширина різання s_b . У процесі виїмки кожен ківш вирізає клиноподібний пласт з поверхні відвалу.

Передача вантажу з кратцер-крана на зв'язаний з ним стрічковий конвеєр відбувається за допомогою завантажувального лотка або завантажувальної платформи. При конструкції з завантажувальним лотком шлях руху ланцюгів встановлюється так, що завантажуваний в лоток матеріал піднімається на рівень розвантажувального конвеєра і там розвантажується. Завантажувальний лоток необхідний, якщо стрічковий конвеєр, який пролягає паралельно поздовжньому відвалу, розташовується поза несучої конструкції кратцер-крана. Щоб здійснити передачу вантажу в конструкції без завантажувального лотка, як правило, потрібна наявність бетонованої завантажувальної платформи.

Розбирання відвалу відбувається або з бічного, або з торцевого боку. Для бічної виїмки застосовуються бічні, порталні і напівпорталні кратцер-крани.

Бічні кратцер-крани складаються з підйомної стріли, основної рами з противагою і рейкового ходового механізму (рис. 2.44).



Рис. 2.44. Бічний кратцер-кран з завантажувальним лотком для виїмки з поздовжнього відвалу під відкритим небом

Позиція стріли утримується канатною тягою за допомогою пілона і узгоджується з кутом нахилу відвалу. Рейкова конструкція розташована лише з одного боку відвалу, стійкість пристрою забезпечується відповідно до спроектованої противаги. Стрічковий конвеєр, який пролягає паралельно

відвалу, приймає вивантажуваний сипучий вантаж для подальшого його транспортування.

Портальний кратцер-кран повністю перекриває порталом відвал сипучого вантажу і спирається на два ходових механізми, які лежать один навпроти одного. За цим принципом можуть обслуговуватися відвали шириною до 75 м. Стріла кратцер-крана рухається також за допомогою підйомного пристрою, передача сипучого вантажу на конвеєр відбувається через завантажувальний лоток (поза порталом) або завантажувальну платформу (всередині portalу).

У відкритих складах портальні кратцер-крани мають одну і дві паралельні стріли, які в піднятому положенні видаються за контур portalу (рис. 2.45).



Рис. 2.45. Портальний кратцер-кран у відкритому складі з головною стрілою і завантажувальним лотком для передачі сипучого вантажу; стрічковий конвеєр знаходиться поза профілем portalу

Портальні кратцер-крани з головною і допоміжною стрілами застосовуються в складських приміщеннях. У такій конструкції стріли не видаються за контур portalу ні при якому положенні, а тому при плануванні поперечного перерізу складського приміщення можна брати до уваги тільки контур самого portalу (рис. 2.46).

Завданням допоміжної стріли є подача матеріалу на головну стрілу, щоб можна було робити виїмку з усього поперечного перерізу відвалу. При цьому при поздовжній виїмці досягається дуже рівномірний потік вантажу,

який транспортується. Однак ця конструкція вимагає великих витрат, особливо на приводний механізм і управління процесом розвантаження.



Рис. 2.46. Портальний кратцер-кран з двома головними і однією допоміжною стрілою в складському приміщенні

При цьому один ходовий механізм знаходиться біля основи відвалу, а протилежний – на опорній стіні відвалу.

Портальні і напівпортальні кратцер-крани застосовуються також в кругових складах. Портал при цьому опирається з одного боку на центральну колону за допомогою сферичного поворотного з'єднання, а з іншого – через ходовий механізм на рейки, прокладені по колу.

Поворотні кратцер-крани подібні в своїй конструкції до бічних кратцер-кранів. Однак їх стріла шарнірно з'єднана з платформою поворотного механізму. Вони застосовуються переважно в кругових складах.

У поздовжніх складах застосовуються поворотні кратцер-крани, додатково оснащені рейковим або гусеничним ходовим механізмом. Такі пристрої можуть робити виїмку за допомогою тунельного конвеєра.

Поворотні кратцер-крани на гусеничному ходу годяться для поздовжніх відвалів з широкою основою (наприклад, для добрив). Вони здійснюють розвантаження відвалу з торцевого боку, обертаючи стрілою туди і назад, і передають вантаж за допомогою завантажувального лотка на поворотну, зчеплену з галерейним конвеєром завантажувальну стрілу. Гусеничний ходовий механізм переважає рейковому також через менше навантаження на підлогу складського приміщення. Управління гусеничним приводом відбувається за допомогою спеціально розробленого програмного забезпечення. Воно також служить для вирівнювання позиції завантажувальної стріли і завантажувального хопера галерейного конвеєра. Необхідно коригування

позиції відбувається автоматично за допомогою ходового механізму хопера і зміни кута повороту завантажувальної стріли.

У той час як в кругових складах застосовуються поворотні кратцер-крани в автоматичному режимі роботи, в поздовжніх складах вони, як правило, обслуговуються вручну, оскільки тут необхідні дуже великі витрати на автоматизацію розбирання відвалу.

Мостові кратцер-крани застосовуються виключно для торцевої виїмки з відвалів. Несуча конструкція являє собою горизонтальну мостову балку, під якою розміщується скребковий ланцюг. На мостовій конструкції з двох сторін або з однієї розташовані боронувальні пристрої, які за формою підлаштовуються під поперечний переріз відвалу (рис. 2.47).

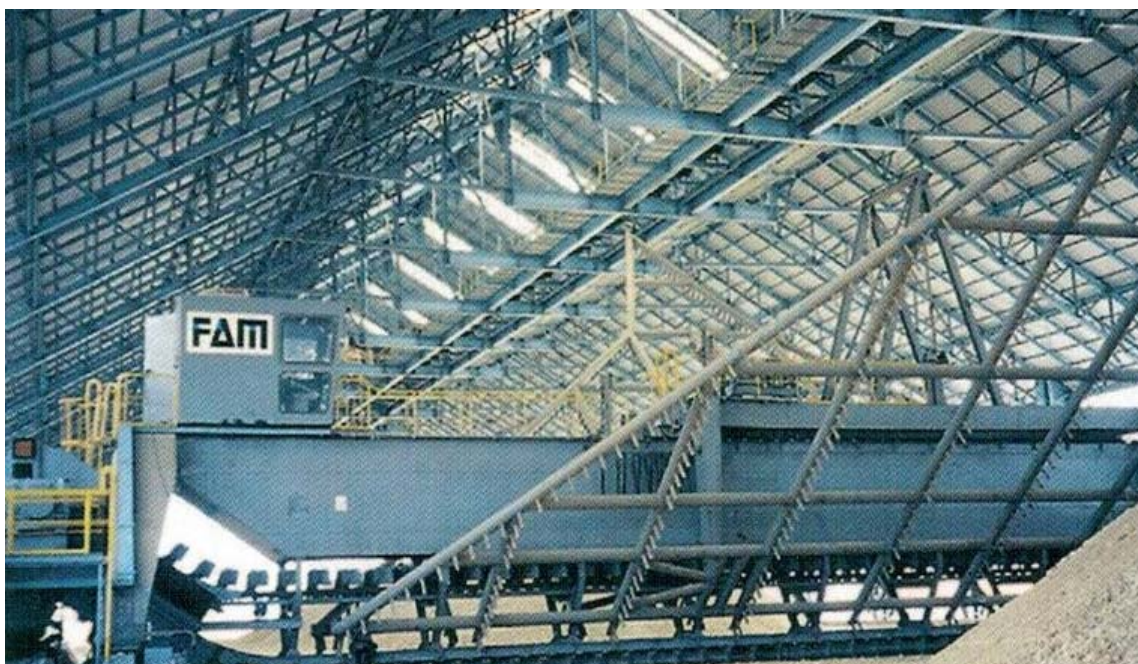


Рис. 2.47. Мостовий кратцер-кран (кран зі скребковим ланцюгом) для торцевої виїмки з завантажувальним лотком і боронувальним пристроєм

Мостова балка перекидається через всю ширину основи відвалу і спирається на рейкові ходові механізми.

Борона, яка прилягає до торцевої сторони відвалу, розпушує сипучий вантаж за допомогою реверсного руху боронувального пристрою. При розпушенні сипучий вантаж зсипається по поверхні схилу до основи відвалу. Тут скребковий ланцюг приймає матеріал і передає його для завантаження на стрічковий конвеєр.

У кругових складах застосовуються мостові кратцер-крани, які обертаються на поворотній колоні навколо центральної осі, їх зовнішня точка мостової балки спирається на ходовий механізм рейок, що йдуть по колу.

Мостові кратцер-крани відносять також до усереднювальних пристроїв, тому що вони дозволяють досягти найбільшого ефекту змішування при виїмці сипучого вантажу. Гомогенізація виникає через те, що борона, яка переміщається перпендикулярно відвалу, перемішує вантаж, що зсипається з різних шарів відвалу, а він, у свою чергу, ще раз перемішується ковшами кратцер-крана біля основи відвалу. Завдяки боронуванню задіюються всі шари торцевого боку відвалу на рівномірній глибині.

Застосування мостових пристроїв зі скребковими ланцюгами (див. рис. 2.47) обмежується характеристиками сипучого вантажу. Малотекучий сипучий вантаж не підлягає виїмці або розбирається дуже повільно. У таких випадках застосовуються мостові пристрої з роторним колесом (рис. 2.48) або з черпаковим ланцюгом.



Рис. 2.48. Мостовий пристрій з роторним колесом і боронувальним пристроєм

2.7.3. Роторні реклаймери

Для великих масових витрат і сипучих вантажів, що мають низьку текучість або специфічні властивості, на складських майданчиках застосовуються реклаймери з роторними стрілами.

За принциповою конструкцією і функціями роторні реклаймери не дуже відрізняються від роторних екскаваторів в кар'єрних роботах. Необхідна різальна сила роторного колеса і досяжна продуктивність, однак, трохи вищі в кар'єрних екскаваторах.

Роторні реклаймери складаються, як правило, з поворотної верхньої частини і основи на рейковому ході. Роторна стріла і противовагова стріла шарнірно з'єднані з верхньою частиною і утримуються за допомогою пілона

на тросових відтяжках або на стяжних стрічках. Підйом і опускання роторної стріли відбувається за допомогою лебідок або гідравлічних циліндрів (рис. 2.49).



Рис. 2.49. Роторний реклаймер з гідравлічним регулюванням поворотної верхньої частини; розбирання відвалу за блочною схемою

Сипучий вантаж передається з роторного колеса, встановленого на кінці стріли, на стрічковий конвеєр стріли. Стрічковий конвеєр транспортує вантаж до центрального жолоба верхньої частини. Звідти відбувається передача вантажу на відповідний відвальний конвеєр, який пролягає між рейками реклаймерів (див. рис. 2.49).

Щоб досягти якомога більшого кута вільного різання і вигідного співвідношення різання, наповнення та спорожнення ковшів, роторне колесо має рухатися як у вертикальній площині, так і в горизонтальній.

Сьогодні в основному застосовуються безкамерні роторні колеса, у яких ковші закріплюються на двох зовнішніх ободах колеса. Під ковшами є паз для кожуха обода. Задня сторона ковша спрямована усередину обода за допомогою радіально розташованої металевої перегородки, а отже об'єм ковша збільшується за рахунок відповідної частини кільцевого простору.

Спорожнювання збільшеного таким чином ковша відбувається через верхній край стаціонарного циліндричного спускного жолоба, який герметично закриває ковші до досягнення ними кута спускного жолоба ψ_L . У такий спосіб передбачається передчасне розвантаження ковшів у середині колеса і забезпечується безпечна передача вантажу по конусоподібному внутріш-

ньому жолобу колеса і через жорстко з'єднаний зі спускним жолобом розвантажувальний жолоб на стрічковий конвеєр стріли.

Як реклаймери застосовуються також роторні екскаватори на гусеничному ході, які характеризуються вигідним співвідношенням маси і продуктивності. Вони є дуже гнучкими і багатобічними в застосуванні. Ці реклаймери мають відносно коротку, гідравлічну підйомну стрілу з роторним колесом; для розбирання відвалу при роботі із блоковою схемою є поворотний механізм для верхньої частини, а також окрема поворотна розвантажувальна стріла.

Коротка стріла з роторним колесом вимагає лише короткого вильоту противаги. Як показано на рис. 2.50, вона розташована на подовжній до задку платформи верхньої частини таким чином, що розвантажувальна стріла може повертатися в площині над ним. Стріла з роторним колесом розташовується на пілоні верхньої частини над завантажувальним жолобом розвантажувального транспортера. Завдяки L-подібній формі рами верхньої частини простір навколо поворотної осі залишається вільним для навантажувальної стріли і передачі вантажу.



Рис. 2.50. Роторний екскаватор як реклаймер з окремо поворотною розвантажувальною стрілою для вилучення відвалів за блоковою схемою. Технічні параметри роторного екскаватора: висота забору 7 м, продуктивність 2 200 т/год

На додаток до цієї типової для компактних екскаваторів конструкції, для специфічних випадків застосування випускаються модифіковані ком-

пактні роторні реклаймери на гусеничному ході без окремої стріли для розвантаження. При цьому матеріал транспортується за допомогою безперервного стрічкового конвеєра, без проміжної передачі, від роторного колеса до місця розвантаження пристрою. Компактні роторні реклаймери без окремої розвантажувальної стріли працюють винятково в ґрунтоуступного вилучення. Це необхідно враховувати при виборі і визначенні розмірів гусеничного шасі. Сталева конструкція верхньої частини цих пристроїв виконується простішою в порівнянні з компактними роторними реклаймерами з окремою розвантажувальною стрілою. Місце передачі вантажу в центрі блока випадає, що є додатковою перевагою для абразивних матеріалів, таких, як мідна руда. Сипучий вантаж передається зі стрічкового конвеєра подовженої до задку роторної стріли на транспортно-відвальний міст на гусеничному ході (рис. 2.51).



Рис. 2.51. Роторний реклаймер на подвійному гусеничному шасі з поворотним механізмом поперечної подачі для ґрунтоуступної виїмки в трьох зрізах. Технічні параметри наведеного реклаймера: висота забору 12 м, продуктивність 4 000 т / год

У той час як пристрій без окремої стріли працює через низьку висоту забору тільки в одному зрізі, роторний реклаймер, зображений на рис. 2.51, розбирає відвал в трьох зрізах. Для цього потрібне спеціальне розташування шарнірного з'єднання стріли ззаду.

2.7.4. Комбіновані пристрої

Якщо відвальне господарство вимагає одночасного завантаження і розвантаження, то для засипання і розбирання відвалу необхідні окремі пристрої (рис. 2.52).

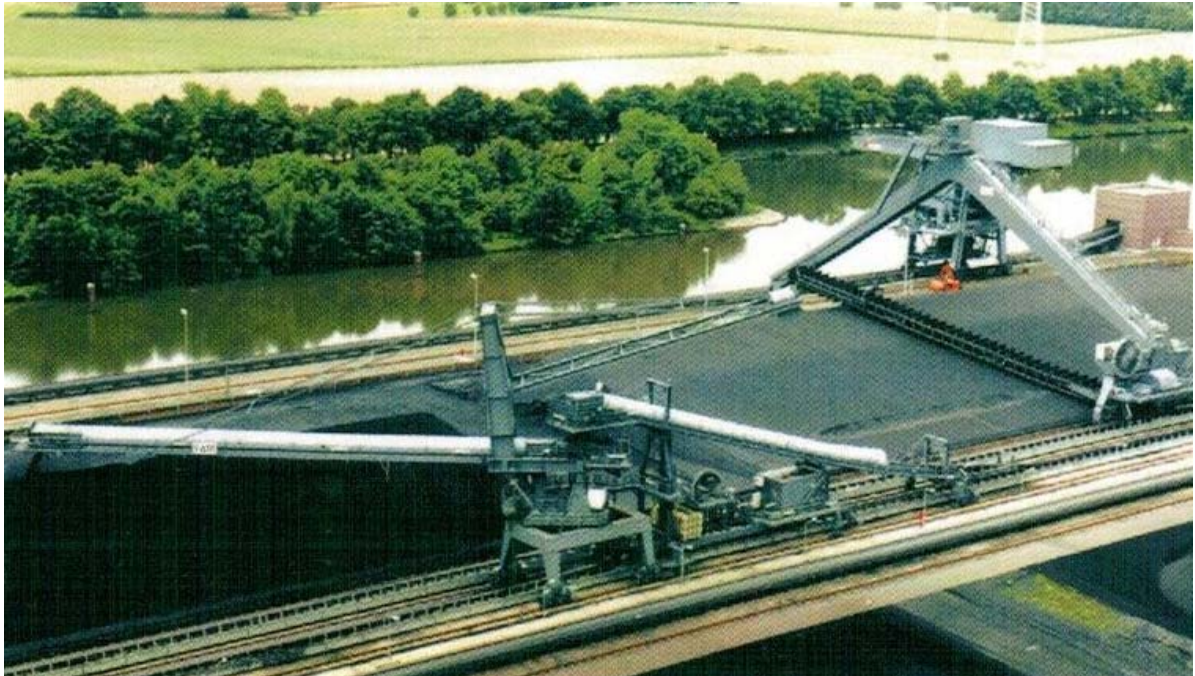


Рис. 2.52. Відвальне господарство кам'яновугільної електростанції; завантаження відбувається за допомогою абзетцера з передавальним візком, розвантаження – за допомогою порталного кратцер-крана

У багатьох випадках, однак, не потрібне одночасне завантаження і розвантаження. У цьому разі часто застосовуються комбіновані пристрої для засипання і розбирання відвалу, які поєднують дві функції. Як стандарт комбінованих пристроїв зарекомендував себе роторний реклаймер з реверсним стрічковим транспортером.

Комбінований пристрій застосовується відвалоутворювач (абзетцер), коли стрічковий транспортер роторного колеса встановлений так, що вантаж транспортується до кінця стріли і там же скидається. Подача вантажу на комбінований пристрій відбувається, як і у випадку зі звичайним абзетцером, через передавальний візок. Оскільки стріла регулюється за ступенем нахилу, то можуть необмежено застосовуватися різні методи розбирання відвалу. При засипанні відвалу роторне колесо залишається в спокої. При розбиранні відвалу вантаж приймається, як і у звичайному роторному реклаймері, за допомогою роторного колеса, транспортується за допомогою реверсного стрічкового конвеєра до центра обертання пристрою і скидається в центральний жолоб.

Визначення параметрів комбінованих пристроїв відбувається з урахуванням тих же технічних правил, що і планування габаритів окремих пристроїв.

Для специфічних випадків застосування були розроблені також інші пристрої для складських майданчиків з комбінованими функціями. Так, наприклад, порталний кратцер-кран також може бути оснащений функцією завантаження і розвантаження. При цьому головна стріла порталного кратцер-крана працює в реверсному режимі. Допоміжна стріла застосовується тільки при розвантаженні відвалу.

Стрічковий транспортер, що пролягає уздовж відвалу, поставляє вантаж на кратцер-кран при засипанні відвалу через передавальний візок або приймає вантаж при вийманні його з відвалу.

Можливі також комбіновані пристрої, у яких на одному порталі встановлені як стрічкові транспортери для завантаження, так і скребкові транспортери для розвантаження відвалу.

2.7.5. Пристрої для безперервного (динамічного) створення відвалів сипучих вантажів

У деяких випадках з особливими технологічними умовами необхідно, щоб розбирання відвалу і нове засипання проводилися послідовно на тій самій ділянці, для ефективного використання наявного обладнання і складського майданчика. Це практикується, наприклад, при хімічному збагаченні мідної руди. Дроблена і здрібнена мідна руда засипається у великі відвали і просочується за допомогою системи трубопроводу кислотою. При цьому розчиняються мідні компоненти в руді. Кислота на закінчення знову вловлюється за допомогою дренажної системи і подається на електролітичний пристрій для одержання міді.

По закінченню часу зберігання у відвалі, обумовленому технічним процесом (час вилушення), вилушена мідна руда знову забирається для остаточного вивозу на зовнішній відвал. Паралельно процесу виїмки знову звільнене місце використовується для нового засипання відвалу. Поступове розбирання вилушеного відвалу і одночасне нове відвалоутворення зі свіжою мідною рудою називається динамічною відвальною системою або динамічною Leach-Pad-Системою (рис. 2.53). Показаний на цьому рисунку відвал постійно перебуває в процесі виїмки і завантаження. При завантаженні відвалу мідна руда передається за допомогою передавального візка зі стрічкового транспортера уздовж відвалу на транспортно-відвальний міст на гусеничному ході. Останній пересувається уздовж складу.

Передавальний візок, що пересувається вперед і назад, подає вантаж на міст за допомогою своєї стріли шар за шаром.



Рис. 2.53. Динамічна відвальна система: розділений на дві частини відвал постійно перебуває в циклічному розбиранні і завантаженні

Оскільки подвійний гусеничний ходовий механізм транспортно-відвального мосту може компенсувати відмінності в похилі поверхні у всіх напрямках, то до земляного полотна не ставляться ніякі особливі вимоги. Також може бути забезпечене постійне стабільне переміщення стрічки. Паралельно відвалустворенню в динамічній відвальній системі відбувається і виїмання за допомогою компактного роторного реклаймера на гусеничному ході, який розбирає відвал пошарово в режимі ґрунтоуступної (ступеневої) виїмки.

Роторний реклаймер у свою чергу передає вилужену руду на транспортно-відвальний міст на гусеничному ході, з якого вантаж подається на конвеєр, який проходить уздовж відвалу. Звідти він попадає через наступні стаціонарні стрічкові транспортери на напівстаціонарний (пересувний) стрічковий конвеєр з пересувним передавальним візком і розвантажувальною стрілою. Він передає вантаж або безпосередньо або за допомогою проміжної самохідної човникової вагонетки на компактний абзетцер на гусеничному ході для скидання вилуженої руди на кінцевий відвал (рис. 2.54).

Для ефективного використання застосовуваних пристроїв на складському майданчику пересувні транспортно-відвальні мости пересуваються наприкінці відвалу по півколах або, після повороту подвійних гусениць уздовж довгої осі мосту на сторону, протилежну поздовжнім відвальним транспортерам, щоб там продовжити свою роботу.



Рис. 2.54. Компактний абзетцер на гусеничному ході для засипання вилуженої мідної руди на кінцевий відвал. Завантаження абзетцера відбувається за допомогою напівстаціонарного стрічкового транспортера через пересувний передавальний візок з розвантажувальною стрілою. Продуктивність 4000 т/год

При цьому вони долають поздовжні відвальні конвеєри, проходять під землею в цій ділянці.

2.8. Перевалка сипучих вантажів

Перевалкою сипучих вантажів називається перевантаження сипучих вантажів зі зміною транспортних засобів у транспортному ланцюзі і доставка від місця видобутку до місця переробки або до споживача. У такому транспортному ланцюзі можуть використовуватися різні транспортні засоби, наприклад вантажні автомобілі, залізничні вагони, морські і каботажні судна. Процес перевалки включає завантаження і розвантаження відповідного транспортного засобу. Вибір застосовуваної техніки для перевалки особливо залежить від характеристик сипучого вантажу, від кількості вантажу, що перевалюється за одиницю часу і від виду транспортного засобу. Необхідно враховувати також діючі нормативні акти по охороні навколишнього середовища, особливо у відношенні шумового і пилового забруднення (порти, товарні станції). Оскільки установки для перевалки часто являють собою

стиковий пункт у транспортуванні вантажів, нерідко виникають специфічні вимоги щодо відбору проб і кількісного визначення сипучого вантажу, що відправляється або поставляється.

2.8.1. Завантаження вантажних автомобілів і вагонів

Способи завантаження вантажних автомобілів і вагонів майже однакові. Звичайно вони завантажуються за допомогою бункерів або силосних споруд. Бункери в різних розмірах служать для зберігання сипучих вантажів протягом нетривалого часу. Бункери часто необхідні як накопичувачі і мінливо діючі підйомно-транспортні пристрої.

У найпростішому випадку сипучий вантаж попадає після відкриття бункерного затвора під дією сили ваги в навантажувальний простір транспортного засобу. Це можливо, однак, лише для легкосипучих вантажів, таких, як зерно, грудкове вугілля або певні будівельні матеріали.

За допомогою автоматичної завантажувальної установки для поїздів можна, наприклад, завантажувати до 44 вагонів за годину, кожний по 60 т вугілля, що відповідає теоретичній продуктивності завантаження 2 640 т/год. Це необхідно для досягнення середньої продуктивності 2 000 т/год. Основними складовими частинами є скануючий портал, маневровий робот і бункерна система. Бункерна система складається, як правило, з одного або декількох накопичувальних бункерів, під випусками яких перебувають, зважувальні бункери.

Відкриття і закриття бункера контролюється за допомогою черепашкових заслінок так, що завантаження вагонів постійно відбувається під час руху поїзда.

У завантажувальній установці накопичувальний бункер має об'єм 780 м³, а кожний з чотирьох зважувальних бункерів – по 30 м³. Завантаження таких бункерних систем відбувається, як правило, за допомогою стаціонарних, а також пересувних і реверсних стрічкових конвеєрів.

Перш ніж поїзд в'їжджає на завантажувальну станцію, він проходить портал для реєстрації порожнього поїзда. Там перевіряється рівень заповнення, і вже завантажені вагони автоматично блокуються для наповнення. У процесі завантаження ступінь заповнення контролюється за допомогою ультразвукових датчиків. При досягненні запропонованого рівня черепашкові заслінки автоматично закривають випускний отвір бункера (рис. 2.55).

Після завершення процесу завантаження, насипні конуси, що утворилися, зрівнюються за допомогою опускного валика по верхньому краю вагона і для коагулювання пилу воложуться за допомогою інтегрованого пристрою.

Ступінь автоматизації завантаження вагона пристосовується під відповідні вимоги експлуатаційника. Спостереження за повністю автоматизованим рішенням відбувається із диспетчерської.

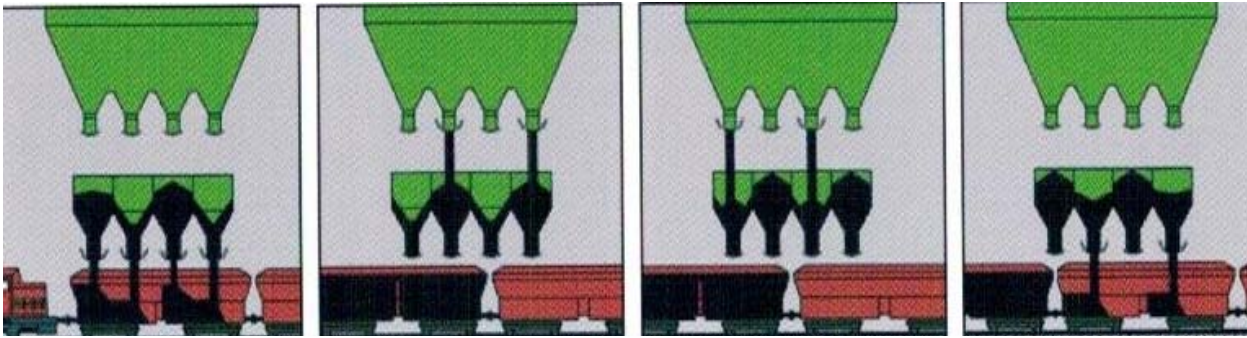


Рис. 2.55. Схематичне зображення процесу заповнення звантажувальних бункерів з накопичувального бункера і безперервного завантаження поїзда за допомогою автоматичного закриття і відкриття випусків бункера

На відміну від завантаження вагонів, завантаження вантажних автомобілів, як правило, управляється вручну. Для мінімізації викидів пилу застосовується опускальний телескопічний жолоб, який покриває відстань між випускним отвором бункера і навантажувальним простором.

У багатьох випадках потрібне застосування систем для активного розвантаження бункера. При цьому збережені сипучі вантажі постійно відводяться під випускний отвір за допомогою стрічкових, пластинчастих, гвинтових або вібраційних конвеєрів і транспортуються далі для завантаження. У стані спокою відповідний конвеєр служить заслінкою бункера.

Завантаження вантажних автомобілів і вагонів може також відбуватися за допомогою грейферів або колісних навантажувачів. При цьому пересувні або стаціонарні завантажувальні хопери служать у процесі завантаження як допоміжні засоби і проміжні накопичувачі. Ці завантажувальні станції циклічної дії застосовуються, однак, тільки при невеликій необхідній продуктивності.

При завантаженні вагонів і вантажних автомобілів необхідно, як правило, точно обчислювати кількість сипучого вантажу, що перевалюється. При цьому є такі можливості:

- Транспортний засіб зважується перед завантаженням і після нього. Отримана різниця являє собою вагу переваленого сипучого вантажу.
- У бункерному пристрої перебувають звантажувальні контейнери (бункери), які наповнюються і зважуються перед завантаженням.
- Завантаження відбувається за допомогою стрічкового конвеєра, на якому є конвеєрні ваги.

Усі застосовувані звантажувальні пристрої, повинні мати можливість калібрування сипучого вантажу. Вимоги до застосовуваних ваг і можливість здійснювати з їх допомогою калібрування сипучого вантажу необхідно враховувати ще при плануванні пристрою.

2.8.2. Розвантаження вагонів

Залежно від типу конструкції вагонів з сипучим вантажем розрізняють два способи їх розвантаження: під дією сили ваги і за допомогою вагоно-перекидачів.

Вагони із самостійним розвантаженням під дією сили ваги дозволяють робити безперервне розвантаження в процесі повільного руху поїзда в бункер, розташований під рейковими шляхами. При цьому бічні заслінки вагона відкриваються вручну або автоматично так, що вантаж сиплеться по скосах установленної подовжньо в центрі вагона сідловини (рис. 2.56).

Використовувана бункерна споруда звичайно являє собою витягнутий у довжину щілинний бункер, що виготовлений з бетону, випуск якого сконструйований у вигляді односторонньо або двосторонньо відкритої щілини із завантажувальним столом або також з розвантажувальним майданчиком. Така конструкція приводить до того, що скіс, який утворюється при випуску вантажу на розвантажувальному майданчику бункера, самостійно закриває бункер. Спорожнювання відбувається за допомогою спеціальних розвантажувальних візків з лопатевим колесом, які пересуваються уздовж щілини. Обертове лопатеве колесо входить горизонтально в скіс вантажу і розвантажує його із щілини через завантажувальний стіл, що пролягає подовжньо під бункерним випуском конвеєра (рис. 2.57).



Рис. 2.56. Самодіюче розвантаження під дією сили ваги спеціальних вагонів у глибокий бункер



Рис. 2.57. Подвійний щілинний бункер: розвантаження відбувається за допомогою спеціальних розвантажувальних візків з горизонтальним лопатевим колесом

Вагоноперекидачі обертають вагон на поворотному або перекидальному пристосуванні доти, поки вантаж не стане висипатися через отвір навантажувального простору під дією сили ваги. Розрізняють пристрої для бічного і торцевого розвантаження.

Пристрої для бічного розвантаження при перевалці сипучих вантажів мають більше значення через більш високу продуктивність розвантаження (рис. 2.58).

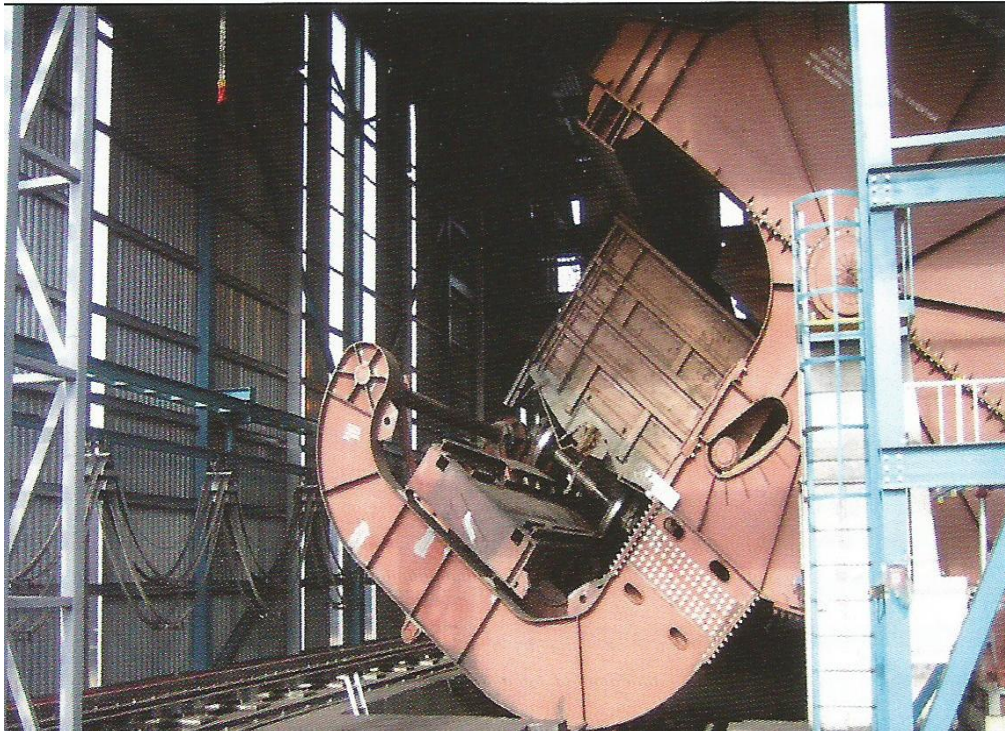


Рис. 2.58. Вагон з боковим розвантаженням

Особливо продуктивні вагоноперекидачі з гідравлічним або електро-механічним приводом розвантажують до 60 вагонів за годину.

Через залишкову вологість сипучий матеріал може замерзати при низьких температурах у вантажному просторі вагона і прилипати до його стінок. Це ускладнює або унеможлиблює розвантаження. Для того щоб уникнути цього, перед випорожненням часто застосовується пристрій для розморожування бічних стінок і днища. Таким чином прилипання може бути зведене до мінімуму або зовсім усунуте. Для цього поїзди проїжджають через спеціальне приміщення, де залежно від його довжини, можуть бути розморожені кілька вагонів одночасно. Для отримання теплового випромінювання використовуються на вибір електронагрівачі, газові пальники або парові теплообмінники (рис. 2.59).



Рис. 2.59. Приміщення для розморожування вагонів з електричними обігрівачами на бокових стінах і газовими пальниками на полотні залізниці

2.8.3. Завантаження суден

Частково це питання було висвітлене в підрозділі 2.4.

Для вибору конструкції суднової вантажно-розвантажувальної системи визначальними є властивості сипучого вантажу, відповідні місцеві умови, параметри продуктивності та екологічні вимоги. Беручи до уваги ці аспекти, має бути визначений найбільш ефективний і економічно вигідний принцип перевалки з мінімальними витратами на експлуатацію і обслуговування. Вантажно-розвантажувальна система повинна бути адаптована до інфраструктури порту та погоджена з поточними і майбутніми розмірами суден.

Принципово розрізняють судновантажно-розвантажувальні системи безперервного і перервного режимів роботи. Частка судновантажно-розвантажувальних систем безперервного режиму роботи по відношенню щодо загальної кількості пристроїв обох режимів в майбутньому продовжить зростати, тому що ці системи можуть обробляти великі потоки матеріалу з порівняно низькими витратами енергії. Таким чином зменшується, з одного боку, час простою судна, а з іншого боку, може бути знижено забруднення навколишнього середовища. Судновантажно-розвантажувальні системи перервного режиму роботи в даний час використовуються в основному для важких штучних вантажів (наприклад, контейнерів), які тут не розглядаються.

Суднові навантажувачі безперервного режиму роботи для завантаження вантажного простору судна, як правило, складаються з порталу і верхньої частини з поворотно-підйомною стрілою (рис. 2.60).



Рис. 2.60. Судновий навантажувач для кам'яного вугілля з пересувним уздовж причалу порталом, поворотно-підйомною стрілою і телескопічним вантажним жолобом. Технічні параметри суднового навантажувача: продуктивність 3 000 т/год, виліт стріли 39 м

На кінці стріли знаходиться навантажувальний пристрій. Навантаження пухких сипучих матеріалів забезпечується телескопічним жолобом або вантажним рукавом. Телескопічні жолоби для сипучих матеріалів, як правило, оснащені пиловловлювачами. Верхня частина суднового навантажувача може бути поворотною або неповотною. Для зміни вильоту пристроїв з неповотною верхньою частиною навантажувальний жолоб розташовують так, щоб був можливий човниковий рух уздовж стріли.

Мішкові вантажі занурюють за допомогою телескопічного похилого гвинтового транспортера з ротаційним дисковим живильником і поворотним розвантажувальним конвеєром (рис. 2.61).

Залежно від особливостей портового терміналу суднові навантажувачі можуть бути стаціонарними або мати можливість радіального або позовжнього руху. Стаціонарні суднові навантажувачі мають поворотну верхню частину і застосовуються, як правило, в річкових портах. У процесі навантаження судно, яке завантажується, має бути буксировано з метою заповнення всього вантажного відсіку. Поздовжньо пересувні суднові навантажувачі є найбільш часто використовуваними пристроями. Їх застосовують як в річкових, так і в морських портах. У той час як на стаціонарний навантажувач матеріал подається безпосередньо через стрічковий конвеєр, для навантажувача, що пересувається уздовж портової набережної потрібен передавальний візок (рис. 2.62).



Рис. 2.61. Судновий навантажувач з похилим гвинтовим транспортером, ротаційним дисковим живильником і поворотним розвантажувальним конвеєром



Рис. 2.62. Поздовжньо пересувний судновий навантажувач для каботажних суден з поворотною верхньою частиною. Завантаження відбувається через пірсовий стрічковий конвеєр, що знаходиться на рівні землі, за допомогою передавального візка безпосередньо на підйомну вантажну стрілу

Особливість радіально-секторних суднових навантажувачів полягає в тому, що їх головна естакада може обертатися навколо центральної осі на певний кут (сектор). При цьому розташований зовні рейковий ходовий механізм естакади спирається на встановлений в море носій кругового сегмента. Також радіально пересувний консольний міст спирається рейковим механізмом на головну естакаду. Необхідний підйом і опускання стріли досягається через канатну тягу, яка з'єднана за допомогою пілона з консольним мостом.

Радіально пересувні суднові навантажувачі, які також називають радіально-секторними, застосовуються в морських портах, глибина яких не допускає прибуття суден з великою осадкою. Вони розташовуються перед портом та з'єднані з сушею через конвеєрну естакаду (рис. 2.63).



Рис. 2.63. Радіально-секторний суднонавантажувач з'єднаний конвеєрною естакадою з сушею для завантаження залізної руди

Завдяки такому діапазону рухів можна завантажувати всі вантажні люки судна, не вдаючись до його буксирування.

По транспортному мосту, що з'єднує установку із сушею, сипучий вантаж передається на підйомно-транспортну систему суднонавантажувача в місці його поворотної осі, і судно завантажується за допомогою стрічкового конвеєра консольного мосту.

Комбінованими називають суднонавантажувачі, що призначені для завантаження як сипучого, так і мішкового вантажу. Для цього необхідно,

щоб використовувати підйомно-транспортні механізми та пункти передачі вантажу були влаштовані таким чином, щоб обидва види вантажу могли транспортуватися позмінно. Відповідні завантажувальні пристосування для сипучих і мішкових вантажів повинні бути виконані змінними. Швидко-роз'ємні з'єднання для електричних, гідравлічних або пневматичних ліній уможливають відносно швидку зміну таких пристосувань. Кінематичне замикання між головою стріли і завантажувальним пристроєм забезпечують більш безпечний режим роботи.

Комбіновані суднонавантажувачі можуть, наприклад, за допомогою телескопічного жолоба завантажувати цемент або клінкер, а за допомогою похилого гвинтового транспортера – мішки (прикладі таких завантажувальних пристроїв наведено раніше).

2.8.4. Розвантаження суден

Для розвантаження сипучих вантажів з суден застосовується як постійний (безперервний), так і циклічний (переривчастий) режим роботи. Раніше вже були детально розглянуті характеристики обох режимів роботи. Розвантаження суден за допомогою норій (ковшових елеваторів) переважає в постійному режимі роботи, в переривчастому домінують канатні грейфери. У подальших розробках все частіше будуть застосовуватися автоматичні ківшеві розвантажувачі – для досягнення більшої продуктивності. При цьому можлива для грейферних розвантажувачів продуктивність в 4 000 т/год для вугілля і 5 000 т/год для залізної руди не досягається. Однак норійні розвантажувачі можуть мати середні показники продуктивності 3 000 т/год для вугілля, і при розвантаженні залишків вантажу вони є значно більш продуктивними і гнучкими, ніж грейферні розвантажувачі. На користь постійного режиму роботи говорять важливі аспекти захисту навколишнього середовища. Стає можливим малопильне і малозумне розвантаження сипучих вантажів, а також загалом і в цілому більш матеріалозберігаючий процес розвантаження, включаючи розвантаження залишків навантажувальних просторів.

Для постійного розвантаження суден застосовують також роторні пристрої, шнекові транспортери або пневматичні підйомно-транспортні системи, але на них ми не будемо спинятися далі.

Постійне розвантаження суден за допомогою норії (ківшевого елеватора). Обов'язковою умовою для ефективного застосування принципу постійного транспортування і елеваторів з завантаженням ковшів зачерпуванням, включаючи розвантаження залишків, є автоматичне постійне приймання сипучого вантажу. Для вертикального транспортування сипучих вантажів за допомогою норії ковші повинні приймати вантаж в нижньому положенні (башмак норії) шляхом черпання. Норія такого постійно діючого розванта-

жувача морських суден (CONTI) може рухатися у всіх напрямках. Башмак норії влаштований таким чином, що він може досягати всіх позицій вантажного простору під час вивантаження з судна (рис. 2.64).



Рис. 2.64. Розвантажувач CONTI для морських суден. Параметри даного пристрою: продуктивність 3 000 т/год, висота стріли 46,5 м, кут повороту 270°, висота підйому 38 м, розмір судна до 180 000 DWT

Вільна рухливість норії стає можливою завдяки типовій конструкції розвантажувача CONTI. На порталі, який пересувається уздовж причалу, розташовується поворотна верхня частина пристрою з розвантажувальною і противаговою стрілами. На кінці поворотно-підйомної розвантажувальної стріли знаходиться вертикально поворотний ківшевий елеватор. Вертикальні і горизонтальні шляхи транспортування прикриваються з метою запобігання шумового і пилового забруднення, в той час як башмак норії з трикутно розташованими ланцюгами не накривається.

Таким чином, стає можливим різання ковшами відповідно до роторного або багаточерпакового принципу. Приймання вантажу здійснюється в нижній горизонтальній фазі черпання (рис. 2.65).

При цьому рух ланцюга накладається на бічний рух башмака норії (рух подачі), вироблений рухом і поворотом розвантажувача. Бічні зусилля, що виникають при цьому, передаються кінематичним замиканням гілок ланцюгів на ланцюгові колеса. Розташований горизонтально в башмаку норії гідравлічний циліндр натягує гілки ланцюгів при нормальному режимі розвантаження. При розвантаженні залишків і при очисних роботах натяг зменшується.



Рис. 2.65. Опускання трикутного відкритого башмака норії на поверхню сипучого вантажу у вантажному просторі судна і приймання вантажу в нижній горизонтальній фазі черпання

Завдяки проскоку ланцюгів, який виникає в такому випадку, стає можливим більш щадне проходження ковшів по дну вантажного простору і ефективне прибирання вантажного простору без застосування додаткових допоміжних засобів. При цьому можна уникнути пошкодження вантажного приміщення внаслідок непередбачених рухів судна або ненавмисних команд з управління пристроєм.

На головці норії відбувається розвантаження ковшів на ротаційний дисковий живильник, розташований горизонтально, який передає вантаж на відвідний стрічковий транспортер. У цій конструкції, в порівнянні з застосуванням системи жолобів, значно знижується висота падіння сипучого вантажу, висота поворотної норії і ступінь шуму і пилу. Стрічковий конвеєр транспортує вантаж в завантажувальний бункер в місці поворотної осі розвантажувача. Звідти вантаж передається за допомогою реверсного відвідного бункерного конвеєра на причальні конвеєри терміналу.

Обидва шарнірні ланцюги змащені, і тому вони не вимагають частого технічного обслуговування і піддані лише дуже малому зносу. Вибираються маленькі кроки ланцюга, щоб можна було застосовувати ведучі і напрямні зубчасті колеса з найбільшою кількістю зубів. При цьому можна значно зменшити рівень шуму, що виникає завдяки полігональному ефекту.

Визначення оптимальної швидкості транспортування насамперед залежить від процесу розвантажування ковшів. Оскільки багато сипучих вантажів, в тому числі вугілля, мають когезійні і адгезійні властивості,

необхідно вибирати такий метод розвантажування, при якому забезпечується найбільш повне розвантаження вмісту ковша в місці верхнього розвороту ланцюгів.

При цьому справедливі ті ж самі теоретичні зв'язки, які вже були висвітлені щодо процесу розвантаження ковша роторного колеса, оскільки на частки сипучого вантажу діють ті ж самі сили тяжіння в місці зміни напрямку ланцюга. Однак в норіях не може відбуватися розвантаження з ковшів всередину. Сипучий вантаж повинен покинути ківш на траєкторії, форма якої забезпечує безпечну передачу вантажу поза головки норії. В Україні захищено багато дисертацій по розвантаженню ковшів норії.

Оскільки в норіях, залежно від галузі їх застосування і параметрів, принципово виділяють три види розвантаження (самопливне, відцентрове і змішане), то тут треба навести загальне пояснення щодо них. Раніше вже було визначено, що при відомій полюсній відстані h_p і при відомому місці розвантаження можна судити, який вид розвантаження застосовується. Оскільки полюсна відстань залежить тільки від кутової швидкості ω , вона являє собою постійну величину для всіх частинок сипучого вантажу, які беруть участь в тому ж самому круговому русі, поки діють лише відцентрова сила і сила тяжіння. З початком розвантаження ковша на частки вантажу починають діяти додаткові сили, перш за все, сила тертя. Це виявляється у тому, що при полюсній відстані h_p , яка більша від радіуса зовнішнього краю ковша r_A , розвантаження починається у другому квадранті $\psi > 90^\circ$ через внутрішній край ковша. Це називається самопливним розвантаженням (рис. 2.66).

Якщо полюсна відстань h_p менша, ніж радіус верхнього напрямного колеса r_T , то процес розвантаження починається вже в першому квадранті $\psi < 90$ через зовнішній край ковша. У цьому випадку має місце тільки відцентрове розвантаження (рис. 2.67).

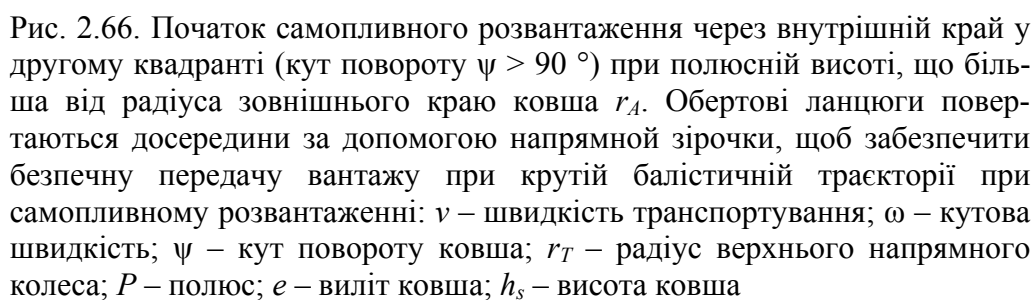
Для точок розвантаження між r_A і r_T характерне змішане розвантаження, тобто частки вантажу, що знаходяться над полюсом, піддаються закономірностям відцентрового розвантаження, а для точок, що знаходяться нижче полюса, – самопливне. Підставивши в рівняння

$$h_p = g/\omega^2$$

замість кутової швидкості ω колову швидкість v зірочки, тобто застосувавши швидкість транспортування, отримаємо

$$\omega = \frac{v}{r_T};$$

$$h_p = \frac{g \cdot r_T^2}{v^2}.$$



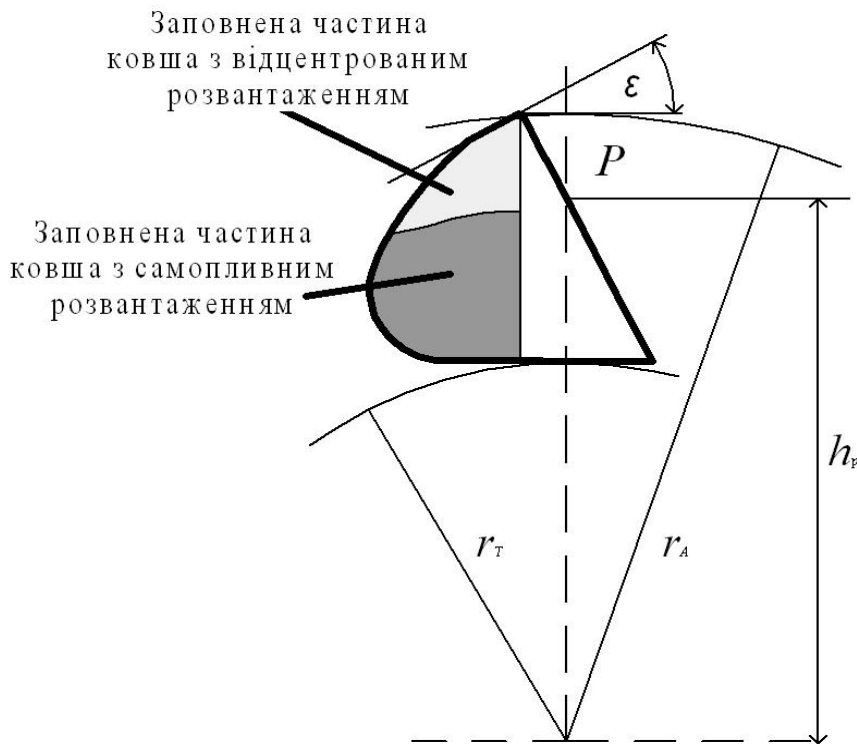


Рис. 2.67. Змішане розвантаження при точках розвантаження між r_A і r_T . Форма ковша повинна бути пристосована для часткового відцентрового розвантаження, тобто зовнішній край ковша повинен бути відкритий до зовні (кут відкриття ковша ϵ). Умовні позначення: h_p – полюсна відстань; P – полюс; r_A – радіус зовнішнього краю ковша; r_T – радіус верхнього напрямного колеса

Оскільки для самопливного, відцентрового і змішаного розвантаження вирішальним є в першу чергу співвідношення відцентрової сили і сили тяжіння, то для позначення місця розвантаження більше підходить відомий з аерогідродинаміки критерій Фруда для масштабу швидкості, ніж полюсна відстань.

Для квадрата безрозмірного числа Фруда, якщо він відноситься до швидкості транспортування v і до радіуса зубчастого колеса r_T , справедливе рівняння

$$F_r^2 = \frac{g^2}{r_T \cdot g} = \frac{\omega^2 \cdot r^T}{g}.$$

Тому маємо такі відношення для визначення місця розвантаження ковшів:

Самопливне розвантаження	Змішане розвантаження	Відцентрове розвантаження
$h_p = \frac{g}{\omega^2} > \gamma_A$	$\gamma_A \geq h_p \geq \gamma_T$	$h_p = \frac{g}{\omega^2} > \gamma_T$
$\vartheta < \sqrt{g \cdot \gamma_T \cdot \frac{\gamma_T}{\lambda_A}}$	$\sqrt{g \cdot \gamma_T \cdot \frac{\gamma_T}{\lambda_A}} \leq \vartheta \leq \sqrt{g \cdot \gamma_T}$	$\vartheta > \sqrt{g \cdot \gamma_T}$
$F_\gamma^2 < \frac{\gamma_T}{\gamma_A}$	$\frac{\gamma_T}{\gamma_A} \leq F_\gamma^2 \leq 1$	$F_\gamma^2 > 1$

Для величини співвідношення r_T/r_A на практиці зазвичай справедливі значення від 0,5 до 0,7.

Норії розвантажувачів CONTI з великою продуктивністю (див. рис. 2.64) вимагають великого обсягу ковшів V_B і маленького їх кроку I_T . Як тягові органи можуть використовуватися тільки сталеві шарнірні ланцюги. З міркувань зношуваності і для оптимального процесу розвантаження вибирається швидкість транспортування максимум до 1,8 м/с, а зазвичай від 1,4 до 1,5 м/с. При швидкості транспортування $v = 1,4$ м/с і радіусі напрямного колеса $r_T = 1,0$ м число Фруда становить $Fr^2 = 0,2$, а полюсна відстань – $h_p = 5,0$ м. При цьому виникає дуже крута балістична парабола.

Для норій з укріпленими бічними стінками ковшів виникає можливість повернути порожню гілку, що спрямовується вниз, всередину за допомогою пари напрямних коліс, щоб забезпечити легку передачу вантажопотоку по розвантажувальному рукаву або на ротаційний дисковий живильник (див. рис. 2.66). У цьому випадку також може мати місце маленький крок ковшів. Подібно до норій при змішаному і відцентровому розвантаженні, можливе співвідношення кроку ковшів до висоти ковша має бути $\frac{I_T}{h_p} \geq 1,5$, для того

щоб вивантажений вантаж не потрапляв на передні ковші.

При самопливному розвантаженні форма ковшів може бути обрана відповідно до вимог черпання, а не до вимог розвантаження, тобто можливе застосування глибоких ковшів без великого кута відкриття ε .

Для відцентрового розвантаження необхідні більш плоскі ковші і відповідний кут відкриття ковша. Змішане розвантаження з розташуванням полюса у внутрішній ділянці ковша (див. рис. 2.67) рекомендоване насамперед для сипучих вантажів з когезійними і адгезійними властивостями, оскільки сипучий вантаж компактно відділяється від ковша і ще в ковші набуває форми балістичної параболи.

Як показано на рис. 2.67, верхня частина вантажу розвантажується за закономірностями відцентрового розвантаження, а нижня – самопливного.

Обидві форми виражені настільки слабо, що вміст ковша залишає його дуже компактным.

$$\text{Якщо } Fr^2 = \frac{g^2}{r_T \cdot g} v, \text{ то}$$

$$g^2 = \sqrt{Fr \cdot r^T \cdot g}.$$

Якщо для Fr^2 граничне значення дорівнює 1, а для $r_T/r_A - 0,5$ і $0,6$, то отримуємо з рівняння $g^2 = \sqrt{Fr \cdot r^T \cdot g}$ відповідні граничні функції $v = f(r_T)$ з числами Фруда що до них відносяться, як параметрами. Залежно від граничних значень V і r_T визначаємо з наведеної на рис. 2.68 діаграму ділянки розвантаження.

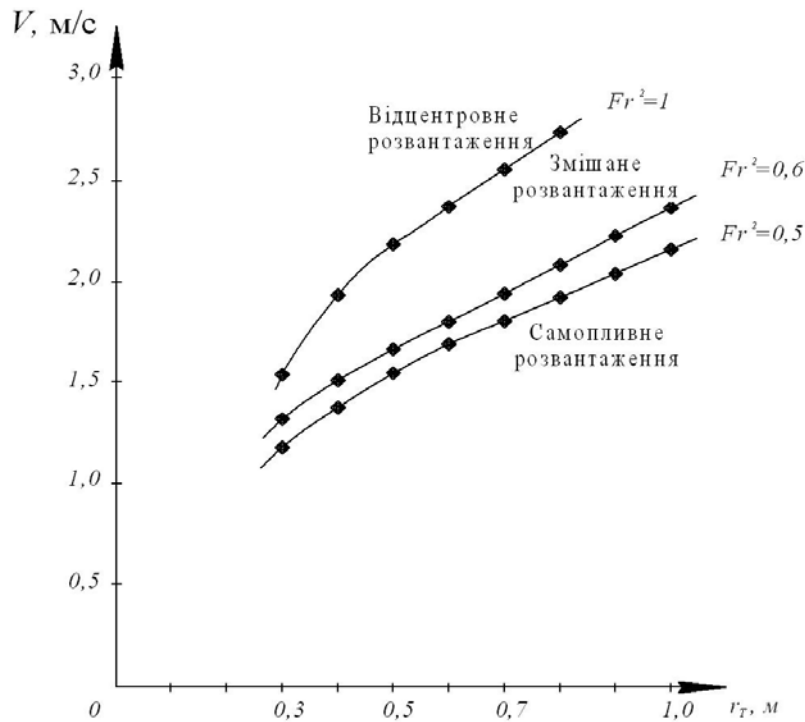


Рис. 2.68. Ділянки розвантаження залежно від значень v і r_T з граничними числами Фруда

Перевага постійного розвантаження суден за допомогою норії в порівнянні з циклічним розвантаженням за допомогою канатного грейфера полягає в тому, що коефіцієнт наповнення ковшів всередині вантажного приміщення майже постійно становить $\phi \approx 1$. Це означає, що в цьому проміжку часу номінальна продуктивність практично ідентична максимальній. Тільки при зміні вантажного простору і розвантаження залишків виникають періоди холостого ходу або невеликого коефіцієнта наповнення ковшів, а тому при

розрахунку середньої продуктивності враховують розвантаження всього судна. Середня його продуктивність досягає 80 % від максимальної.

Як приклад взята розвантажувальна норія з $v = 1,4$ м/с і $r_T = 1,0$ м; F_r – число Фруда; r_T – радіус верхнього напрямного колеса; v – швидкість транспортування.

2.8.5. Циклічне (переривчасте) розвантаження суден за допомогою грейферів

Залежно від існуючих в кожному випадку передумов для вантажообігу порту для розвантаження суден застосовуються також і грейфери, які працюють циклічно. Ці пристрої дуже гнучкі в застосуванні, оскільки за допомогою простої зміни грейферів різних форм і розмірів можна відносно швидко пристосуватися до кожного розвантаженого вантажу. Для невеликої та середньої продуктивності розвантаження часто застосовуються грейферні розвантажувачі з поворотною верхньою частиною і одинарною або подвійною шарнірно зчленованою стрілою (рис. 2.69).



Рис. 2.69. Стационарный грейферный развантажник суден з подвійною шарнірно зчленованою стрілою для портової перевалки гіпсу і клінкеру для цементного заводу. Параметри даного пристрою: продуктивність 600 т/год, виліт 25 м, об'єм грейфера 14 м³. Розмір судна становить 15 000 DWT

Основа грейфера може бути виконана у вигляді колони або порталу, закріплених стаціонарно або на рейковому ході. Для грейферних розвантажувачів з шарнірно зчленованою поворотною стрілою навантажувальний цикл складається з таких процесів: опускання відкритого грейфера над вантажним люком і приземлення його на поверхню сипучого вантажу; наповнення грейфера за допомогою руху закривання; підняття наповненого грейфера на необхідну висоту; горизонтального руху шляхом повороту

стріли до проміжного бункера; відкриття грейфера для розвантаження вантажу і повернення відкритого грейфера на вихідну позицію над вантажним люком судна. Досвідчені оператори можуть значно скоротити час циклу за рахунок часткового накладення процесів, що йдуть один за одним.

Для великої продуктивності вантажообігу застосовують грейферні розвантажувачі з порталом-мостом на рейковому ході (рис. 2.70).



Рис. 2.70. Пересувний грейферний розвантажник суден з порталним мостом

Ці пристрої мають горизонтальну мостову балку з однією або двома консолями (що відкидаються догори), високою швидкістю пересування (до 4 м/с) і підйому (до 3 м/с). Робочий цикл грейфера можна описати аналогічно грейферного розвантажника з поворотною верхньою частиною, тільки замість горизонтального руху грейфера за допомогою повороту стріли відбувається пересування грейферного візка по мосту. Передача вантажу відбувається також через проміжний бункер, установлений на порталі. Щоб мінімізувати прискорення, обумовлене власною вагою візка, його ходовий механізм, а також захоплювальний і запірний механізми грейфера знаходяться в окремому машинному приміщенні, жорстко встановленому на порталі пристрою. Для кінематичного замикання кранового візка на горизонтальному шляху транспортування необхідні особливі канатні системи. Завдяки кінематичному замиканню можливі більші швидкості переміщення і прискорення. Сучасні пристрої працюють з регульованими приводами і

автоматичним демпфіруванням коливань грейфера, щоб підвищити число можливих робочих циклів.

Продуктивність грейферного розвантажника визначається розміром грейфера (обмеженого розміром вантажних люків судна), довжиною навантажувального шляху і швидкістю робочих процесів.

Максимальної продуктивності перевалки можна досягти тільки при оптимальному наповненні грейфера. Однак коефіцієнт наповнення $\phi \approx 1$ досяжний лише при розвантаженні із заповненого вантажного приміщення. Це стає причиною сильних коливань продуктивності в процесі розвантаження. Тому при розвантаженні за допомогою грейферів, у порівнянні з постійним розвантаженням (наприклад, за допомогою норії), виникає набагато більша різниця між максимально можливою і середньою продуктивністю перевалки, яка може бути досягнута.

2.9. Вимоги до підйомно-транспортних пристроїв для сипучих вантажів

Підйомно-транспортні пристрої, що служать для видобутку, транспортування, попередньої обробки і зберігання, а також для перевалки сипучих вантажів, як правило, є частиною єдиної комплексної системи. Зі зростаючою складністю технічних пристроїв зростають і вимоги щодо їх керування, контролю і підтримки справності для забезпечення економічності підприємства. Часто навіть окремі підйомно-транспортні пристрої – стаціонарні, напівстаціонарні або пересувні одиниці з дуже великою власною вагою – являють собою комплексні системи, чийі складові частини повинні оптимально взаємодіяти. Оскільки мова йде про підйомно-транспортні пристрої як основні засоби виробництва, то відповідно має бути досягнута більша тривалість їх експлуатації. Масове транспортування пухких сипучих вантажів також часто вимагає більших витрат на охорону навколишнього середовища.

З цих причин підйомно-транспортні пристрої для сипучих вантажів повинні поряд з функціональністю відповідати особливим вимогам у таких галузях:

- безпека пристроїв і підтримка їх справності;
- безпека в експлуатації;
- викиди пилу;
- шумове забруднення;
- вибухо- і пожежобезпека.

2.9.1. Безпека пристроїв і підтримка їх справності

Сучасні підйомно-транспортні пристрої для сипучих вантажів працюють відповідно до сьогоденного положення техніки в автоматичному режимі. Це означає, що виробник пристроїв повинен застосовувати високі технології виробництва, щоб використовувати всі можливості сучасних технологій керування для оптимального керування процесами. Режим роботи таких пристроїв часто керується і контролюється за допомогою центральної диспетчерської, а тому в цьому випадку не потрібні оператори пристроїв на місці і обмежується участь персоналу в процесах контролю і підтримки їх справності.

Оскільки сьогодні існує велика кількість датчиків і камер різної конструкції для виміру всіх фізичних величин, то вже на етапі планування пристроїв можна закладати концепцію комплексної системи контролю. У такий спосіб можна надалі з великою користю застосовувати в експлуатації пристроїв системи вилученого керування з високо продуктивним аналітичним програмним забезпеченням. Такі системи уможливають постійну реєстрацію, зберігання і оцінку даних процесів і параметрів пристрою, а також їхнє подання в наочній формі експлуатаційнику для проведення попереджувального технічного обслуговування або виправлення неполадок. Сервісне підприємство, завданням якого є підтримка пристроїв у справності, оцінює експлуатаційні параметри і має можливість керувати пристроєм через інтернет-портал, без необхідності постійної присутності персоналу на місці. На основі зареєстрованих даних можна надати експлуатаційнику деталізовані пропозиції щодо оптимізації режиму роботи пристроїв і підтримки їх у справності.

Завдяки швидкій оцінці переданих експлуатаційних даних можна невідкладно і точно реагувати на зміни параметрів і на неполадки, що виникають. Можливості інтернету дозволяють проводити діагностику по усьому світу. У будь-який час експерти мають можливість, без особистої присутності на місці, оглянути пристрій і дати експлуатаційнику або відповідальному за підтримку у справності підприємству відповідні вказівки для запобігання неполадок (рис. 2.71).

При виникненні несправностей за допомогою діагностики можна встановити причини і компетентно вибрати підходящі обслуговуючі одиниці для їх усунення. Великі виробники пристроїв пропонують також системні рішення для підтримки в справності комплексних підйомно-транспортних пристроїв.

Вони включають таке:

- контроль і діагностику пристроїв;
- систему онлайн-менеджменту для підтримки пристроїв у справності;

- електронну документацію пристроїв (рис. 2.72);
- тренувальні і 3 D-симуляції.

Розвантажувальні та завантажувальні системи

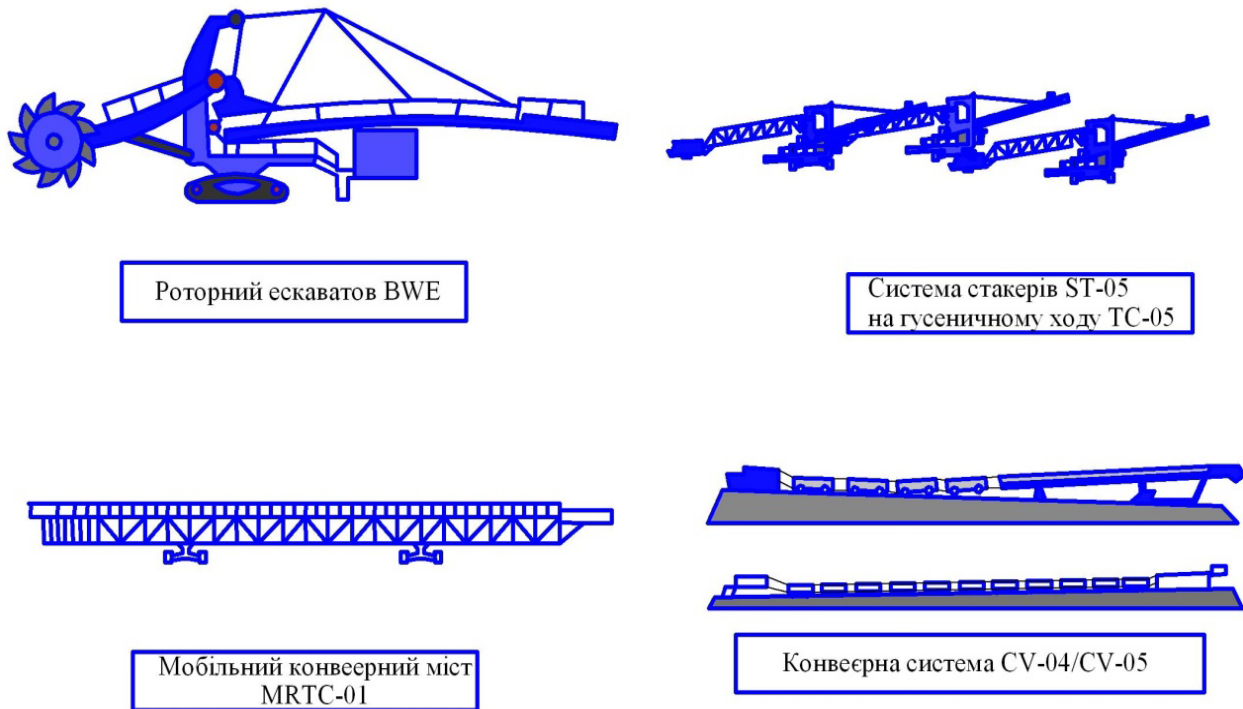


Рис. 2.71. Системне рішення для моніторингу комплексних даних від пристроїв

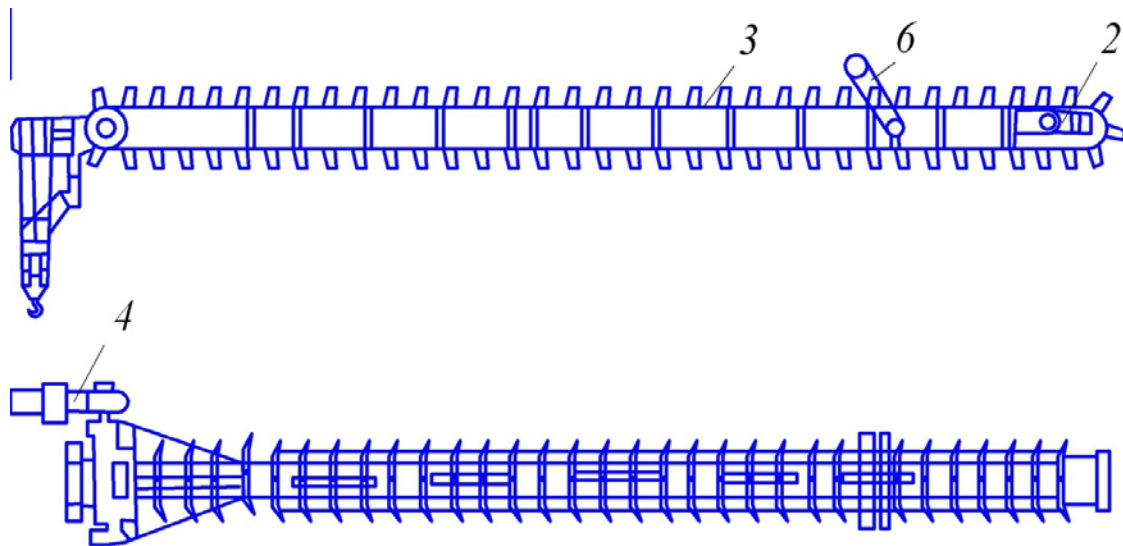


Рис. 2.72. Електронний каталог запасних деталей як компонент електронної документації споруди (скріншот програми з комп'ютера)

Складові частини цього пакета послуг можна також використовувати окремо.

Щоб ефективно використати компоненти установленої системи вилученого доступу, необхідно розташувати продуктивний сервер на місці його з'єднання з машинним керуванням і підключити його до інтернету експлуатаційника. У такий спосіб всі роботи з обслуговування можуть бути виконані особисто експлуатаційником або фірмою, що надає такі послуги (рис. 2.73).

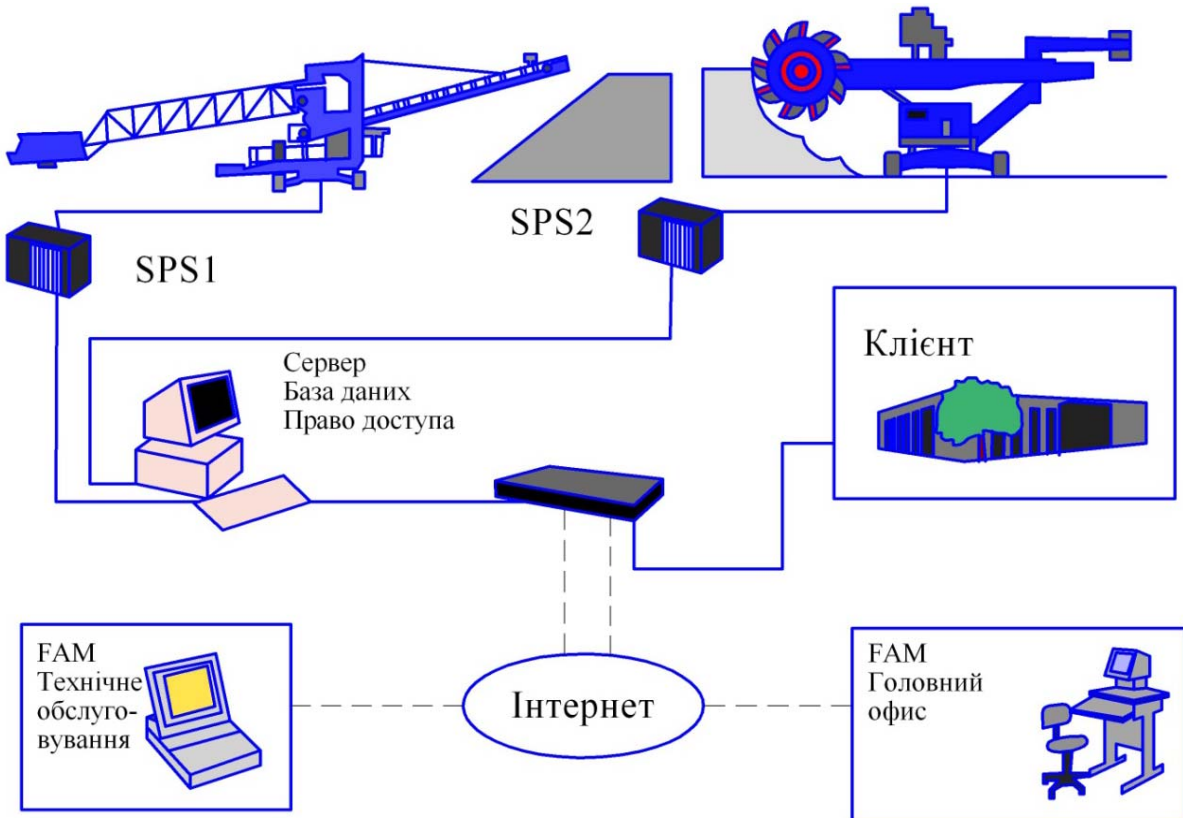


Рис. 2.73. Приклад збору даних від підйомних споруд через інтернет

SPS 1, SPS 2 – програмований логістичний контролер.

Мета надання описаних послуг включає:

- оптимізацію доступності пристроїв;
- забезпечення економічної вигідності цілісного пристрою;
- досягнення запланованого строку експлуатації пристроїв;
- мінімізацію витрат на підтримку пристроїв у справності.

2.9.2. Експлуатаційна надійність

З безпекою експлуатації пристроїв і підтримкою їх у справності тісно пов'язана експлуатаційна надійність. Під цим розуміють як функціональну надійність машин і пристроїв, так і заходи щодо запобігання небезпеці для

персоналу, що стикається з пристроями, а також заходи щодо захисту навколишнього середовища.

Експлуатаційна надійність підрозділяється у свою чергу на три галузі:

- безпосередньо експлуатаційна надійність – включає запобігання погрозам при експлуатації технічних систем, для того щоб вони самі і їх оточення не зазнавали ушкоджень;

- безпека праці – включає запобігання погрозам для обслуговуючого персоналу;

- безпека для навколишнього середовища – включає запобігання завданню збитків навколишньому середовищу.

Захисні системи і прилади виконують завдання із запобігання погрозам. Умовою для цього є конструктивна і функціональна безпека. Для безпеки експлуатації, праці і для навколишнього середовища існують деталізовані норми і закони, виконання яких передбачено при виробництві пристроїв. Державні і міжнародні норми вважаються загальноприйнятими правилами технології, тому їх виконання має особливе значення у випадку судової справи. Це стосується насамперед норм безпеки. В основному стандарті DIN 31 000 сформульовано керівні принципи безпечного пристрою. На цьому стандарті ґрунтуються численні спеціальні основні норми і галузеві нормативи, а також приписання. Розрізняють безпосередню і опосередковану техніку безпеки. При безпосередній техніці безпеки вибираються такі рішення, які не містять ніяких погроз. Якщо це не є можливим, то необхідно звертатися до опосередкованої техніки безпеки. Вона включає побудову захисних систем і пристосувань, які можуть бути дуже різноманітними у виробництві підйомно-транспортних пристроїв.

2.9.3. Викиди пилу

При видобутку, транспортуванні, попередній підготовці і складуванні, а також при перевалці сипучих вантажів виникають викиди пилу, які можна мінімізувати за допомогою пасивних і активних заходів. Величина пилового навантаження залежить від характеру і властивостей сипучого вантажу. Пилоподібні вантажі, такі, як цемент, борошно, мелене вугілля, природно більше схильні до викидів пилу, ніж гранульовані вантажі. При кожному відносному русі в сипучому вантажі або між частками вантажу і конструктивними частинами навіть у гранульованих вантажах виникає високодисперсний пил, що осідає в оточенні пристрою і викидається в атмосферу, якщо не вживаються відповідні заходи. Більші обсяги пилу виникають на підйомно-транспортних пристроях постійної дії на пунктах передачі і скидання вантажу, а також при циклічній перевалці сипучих вантажів (грейферне вивантаження, розвантаження вантажних автомобілів і вагонів). На фоні усе більше строгих правових регулюючих механізмів по захисту навколишнього середовища для підтримки чистоти повітря в країнах Європейського Союзу, а

також і в позаєвропейських країнах, для виробника і експлуатаційника є необхідністю прийняття діючих заходів щодо зменшення викидів пилу. При цьому виділяють конструктивні і активні заходи.

Конструктивні заходи:

- зменшення висоти пунктів передачі вантажу;
- запобігання непотрібному зіткненню матеріалів;
- зменшення швидкості транспортування;
- застосування підходящих ізоляційних систем;
- футерування і кожуховання деталей пристрою.

Активні заходи:

- застосування пиловловлювачів в місцях ізольованих транспортних шляхів і на пунктах передачі вантажу для відкачування повітря, яке утримує пил, і очищення його за допомогою фільтрувальних пристроїв;
- водне зрошення сипучого вантажу в процесі його транспортування і на місцях скидання;
- прискорення утворення кірки на поверхні відвалу, наприклад, за допомогою оббризування його сумішшю води і воскоскладових субстанцій, для запобігання вітровій ерозії відвалу.

2.9.4. Створення шуму

Створення малошумних машин і пристроїв підйомно-транспортної і підготовчої техніки для сипучих вантажів набуває все більшого значення. Акустичну емісію, негативно сприйману людиною, називають шумом. Значення шуму як погрози для здоров'я людини вказується по усьому світу в детальних приписаннях щодо шумостворення. Гучність звуку вимірюється в децибелах (дБ). Діапазон шумів I, що охоплює гучність від 30 до 65 дБ, уже викликає психічні реакції в людини. Тому для житлових районів встановлені граничні рівні акустичної емісії 40 дБ (уночі) і 55 дБ (удень), а для промислових районів – 70 дБ. Особливе значення має відстань від житлових районів до промислових пристроїв, оскільки з подвоєнням відстані гучність шуму зменшується приблизно на 6 дБ. Діапазон шумів II охоплює гучність від 65 до 90 дБ. Вони можуть впливати на кровообіг і діяльність серця людини. Ще більш високі рівні шуму (діапазони шумів III і IV) викликають перевищення больового порога і серйозні органічні ушкодження.

Важливими конструктивними заходами для зменшення шумостворення є:

- зменшення швидкості транспортування і числа обертів;
- застосування приводів і гідродинамічних з'єднань, які м'яко запускаються;
- ізолювання корпусного шуму приводів;
- капсулювання шумостворюючих деталей;

– застосування шумоізоляційних і абсорбуючих матеріалів.

Наприклад, обмеження швидкості транспортування до 1,4 м/с і застосування постійно змазаних сталевих шарнірних ланцюгів з малим кроком у норії, описаної раніше, забезпечує менше зношування, більшу тривалість експлуатації і, насамперед, зменшення рівня шуму. Наступним прикладом служить запатентоване рішення щодо застосування довговічно змазаних ланцюгів на великих порталних кратцер-кранах, що вже виправдало себе в гусеничному механізмі. Тут менший крок також служить для поліпшення безшумності роботи. Поряд з меншим рівнем шуму малий крок ланцюга забезпечує більшу швидкість ланцюга і, таким чином, менший обсяг скребкових ковшів. Це у свою чергу позитивно позначається на співвідношенні маси і продуктивності всього реклаймера.

2.9.5. Противибуховий і протипожежний захист

Поняття противибухового і протипожежного захисту підйомно-транспортних пристроїв безпосередньо пов'язані. Через викиди пилу певними сипучими вантажами можуть виникати суміші пилу і повітря, здатні запалюватися (наприклад, вугілля або зерно); завихрення з нашарувань пилу можуть займатися. Самозаймання вантажів, що легко займаються також може виникати при їх зберіганні. Уже на етапі планування і проектування необхідно мінімізувати потенціал погрози самозаймистих вантажів і вибухонебезпечних ділянок за допомогою відповідних заходів.

При цьому виділяють пасивні і активні заходи.

Пасивні заходи:

- запобігання утворенню джерел загоряння;
- зменшення висоти передачі вантажу;
- налаштування швидкості транспортування;
- вибір закритих конструкцій.

Активні заходи:

- уловлювання пилу на небезпечних ділянках;
- зрошення пунктів передачі вантажу;
- вологе і сухе збирання підйомно-транспортних пристроїв.

Директива Європейського Суспільства 1999/92 EG включає заходи для експлуатаційника, а директива 94/9 EG – заходи, що стосуються виробника пристроїв. Згідно з цими директивами для небезпечних пристроїв необхідно подавати документи щодо вибухобезпечності, дотримання яких підлягає регулярній перевірці. Додержання правил вибухобезпечності є відповідальністю експлуатаційника. Ці правила включають:

- поділ пристроїв у небезпечних зонах;
- аналіз погроз з превентивними заходами;
- дані щодо вказівок для персоналу;
- дані щодо заходів для підтримки пристроїв в справності;

– дані щодо координації заходів безпеки.

Для постачальників пристроїв важливо, щоб експлуатаційник подавав детальну і однозначну інформацію про матеріальний склад і характеристики сипучих вантажів, щоб уже на етапі планування можна було розробити діючі концепти щодо противибухової і протипожежної безпеки.

2.10. Канатні дороги і кабельні крани

2.10.1. Канатні дороги

Канатні дороги відносяться до техніки безперервної дії. У наш час вони широко використовуються для транспортування породи при будівництві та експлуатації шахт та рудників, особливо тих, що розташовані у гірській місцевості [7]. За допомогою канатних доріг зводяться відвальні дороги Донбасу з висотою відвалу до 100 м, а також терикони. У свій час Харківським заводом «Підвісдор» було збудовано більше половини канатних доріг СРСР. Довжина канатних доріг в Україні налічує сотні кілометрів; особливо це помітно, коли їдеш автошляхами Донбасу. Відомі величезні споруди канатних доріг для Волгоградстрою, гірські дороги Чіатур, Тирни-Ауза, комплексна мережа доріг Слов'янська тощо.

За проектами Харківського відділення ООО ПКМ «СПМ» було побудовано більше 20 кабельних кранів, у тому числі для Курахівської ГЕС, Свір'-ГЕС, Куйбишевської ГЕС, Волгоградської ГЕС, Бурятської ГЕС, Братської ГЕС, Асуанської греблі.

На рис. 2.74 показана схема двоканатної дороги.

Вона має кінцеві та проміжні станції, між якими натягнуті два несучих канати (один для навантажених, а інший для порожніх вагонеток), які при вході на станції відводяться за допомогою відхиляючих башмаків усередину колії дороги і замінюються підвісними рейками; станційні рейкові шляхи можуть за допомогою стрілок мати будь-які розгалуження, а у разі потреби розташовуються на двох рівнях, зв'язаних між собою підйомниками для вагонеток. Між станціями розташовуються опори з опорними башмаками несучих канатів, які лежать вільно у канавках башмаків, і з підтримуючими роликами тягового каната.

Тяговий канат являє собою замкнену петлю; на опорах він підтримується роликами, а на станціях огинає напрямні і приводні блоки. Кінці каната сплетені, і він утворює рухоме кільце, до якого підключаються або від якого відключаються вагонетки. Для створення натягу один з блоків встановлюється на візку, який відтягується натяжним вантажем. Привод і натяжний пристрій зазвичай розташовуються на різних кінцях дороги, або можуть бути поєднані і на одній станції.

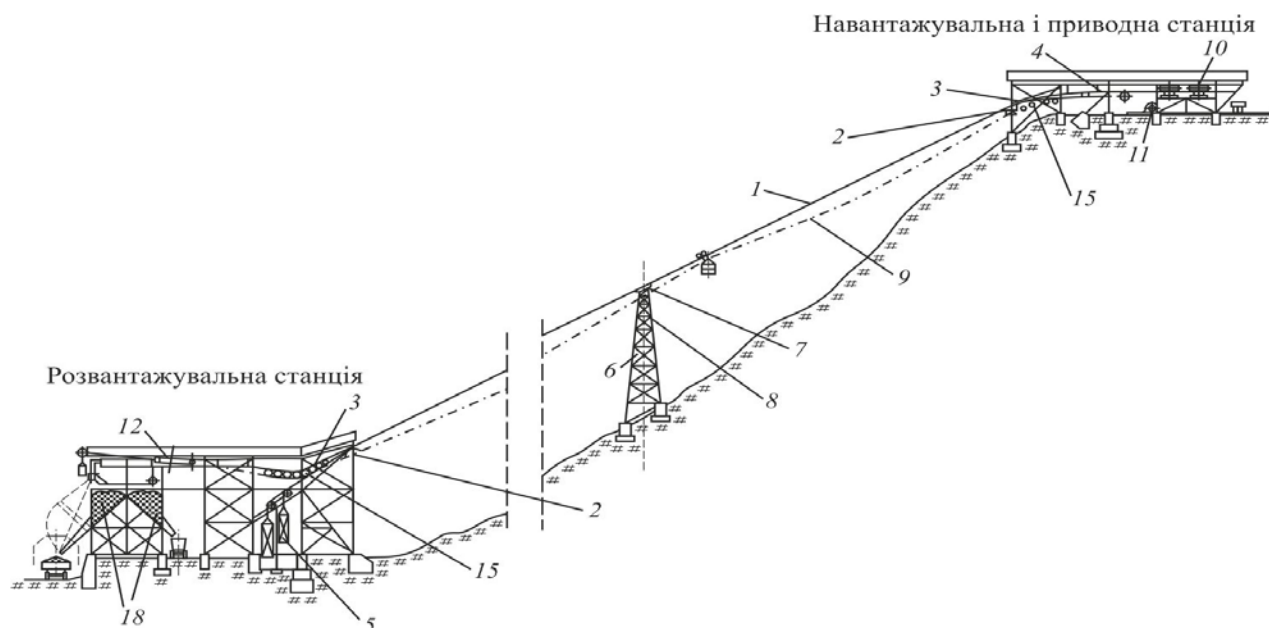


Рис. 2.74. Схема двоканатної дороги: 1 – несучий канат; 2 – відхильний башмак; 3 – рейка; 4 – закріплення несучого каната; 5 – натяжні вантажі несучих канатів; 6 – опора; 7 – опорний башмак; 8 – підтримуючий ролик; 9 – тяговий канат; 10 – привод; 11 – двигун; 12 – натяжний блок тягового каната; 13 – вмикач; 14 – вимикач; 15 – роликова батарея; 16 – пряма стрілка; 17 – крива стрілка; 18 – бункери

Вантажні канатні дороги використовуються для перевезення різних (переважно навалочних) вантажів; вони обслуговують різні галузі народного господарства: гірничорудну, вугільну, хімічну, силікатну, металургійну, лісову, харчову та легку промисловість, сільськогосподарське виробництво, електростанції і будівництво (рис. 2.75).



Рис. 2.75. Вантажна канатна дорога в умовах складної інфраструктури (залізниця)

Над автотрасами і залізничними коліями під канатною дорогою з метою безпеки ставлять металеву сітку, щоб вміст вагонеток не падав під час сильного вітру на автомобілі і залізничні колії.

Пасажирські канатні дороги використовуються для різних цілей: як спортивні і туристські, для обслуговування санаторіїв, для міського транспорту, як водні і гірські переправи, для зв'язку робочих поселень з місцями гірничих розробок.

На рис. 2.76 наведено пасажирську канатну дорогу Ялта – Ай-Петрі, спроектовану і збудовану Харківським відділенням проектно-конструкторського інституту «Проммеханізація» [8].



Рис. 2.76. Пасажирська канатна дорога Ялта – Ай-Петрі

Світова практика знає пасажирські канатні дороги з місткістю кабіни до 110 осіб. Це канатна дорога, що сполучає острів Рузвельта і верхню східну сторону Манхетена (рис. 2.77) (м. Нью-Йорк, США). З початку роботи дороги в 1976 р. Вона перевезла понад 26 млн пасажирів, здійснюючи близько 115 поїздок за день. При русі кабіна досягає швидкості 28,8 км/год і проходить відстань 940 м за 3 хвилини. Найвища точка траєкторії руху – 76 м.

На сьогодні існує кілька пропозицій щодо створення пасажирських канатних доріг для використання їх як міські транспортні засоби, наприклад, пропозиція канатного метро фірми «ORTEM» (рис. 2.78).

Пасажирські канатні дороги (ПКД) відносяться до безперервних видів транспорту, і як автомобільний або залізничний транспорт вони беруть участь у перевезенні пасажирів. Однак безперервний транспорт має значні переваги: меншу довжину трас, високий рівень механізації і автоматизації транспортного процесу, значну продуктивність транспортних пристроїв, відсутність використання рідкого палива.

Технічною особливістю конструкції ПКД, яка пропонується фірмою «ORTEM», є її рухомий склад (вагони, кабіни, гондоли), переміщуваний на

деякій відстані від поверхні землі по сталевих канатах, що дозволяє з'єднувати кінцеві пункти по найкоротшій відстані, переходити через перешкоди висотою до 100 м.



Рис. 2.77. Пасажирська канатна дорога в м. Нью-Йорк, що з'єднує острів Рузвельта та верхню східну сторону Манхетена



Рис. 2.78. Пропозиції канатного метро для міста Одеса фірми «ORTEM»

Канатні дороги мають низку переваг перед іншими видами транспорту, а саме:

- мінімальний вплив на навколишнє середовище: викид шкідливих речовин відсутній, шум і вібрація – мінімальні;
- відносні енерговитрати на переміщення (до 40 км/год) в 5–10 разів нижче, ніж у сучасного автомобіля;
- для прокладання траси потрібно не більше 0,1 га землі на один кілометр шляху з інфраструктурою;
- не потребують спорудження насипів, виїмок, будівництва тунелів, потужних естакад, шляхопроводів і віадуків, що порушують ландшафт;
- мають підвищену стійкість до впливу стихійних лих: землетрусів, повеней, зсувів, цунамі і т. ін.;
- вартість проїзду – на рівні традиційних видів громадського транспорту;
- вартість будівництва траси з інфраструктурою в 2–5 разів дешевша від сучасних залізних і автомобільних доріг;
- потреба в будівельних матеріалах і конструкціях, обсяг земляних робіт, витрата чорних і кольорових металів мінімальна;
- рухомий склад забезпечує комфорт і зручність для пасажирів, в тому числі і для людей з обмеженими можливостями, людей похилого віку і пасажирів з дітьми;
- транспортна система забезпечує безпеку руху за рахунок резервування;
- пропускна здатність однієї траси становить до 6,0 тис. пас./год в кожному напрямку;
- траса канатної дороги не залежить від ландшафту, не має перетинів з наземним транспортом в одному рівні;
- можливість реалізації великих відстаней між проміжними опорами залежно від топографії до декількох кілометрів;
- термін будівництва 2–3 роки до 20 км шляху;
- на станціях канатного метро можуть розташовуватися комерційні майданчики;
- дизайн станцій легко інтегрується в архітектурний вигляд міських районів;
- в кабіні канатного метро від 32 посадочних місць.

На 2011 р. в Австрії експлуатується більше 2500 канатних доріг, у Франції – понад 4000, в Італії – понад 3000, в Швейцарії – понад 2000.

Великого поширення як міський транспорт ПКД набули в Європі, Азії та Латинській Америці. Для таких великих міст, як Нью-Йорк, Лондон, Мілан, Барселона, Каїр, Каракас, розроблено проекти підвісних пасажирських канатних доріг для розвантаження пасажирського транспорту в сильно забудованій діловій частині міст.

В наш час прораховуються різні варіанти розвантаження пасажиропотоків в містах України: Києва, Одеси, Дніпра. Для цього планується впровадити канатне метро, що має ряд переваг.

Конструктивно канатне метро складається з кінцевих і проміжних станцій, з'єднаних між собою тяговими і несучими канатами з підвішеними на них пасажирськими вагонами, які приводяться в рух тяговим канатом за допомогою приводу. Між станціями встановлені проміжні опори з балансирами, на які спираються сталеві канати, висота закріплення яких варіюється залежно від рельєфу місцевості і висоти будівель, розташованих під шляхами руху. Всі станції встановлені на арочних опорах над проїзними частинами вулиць, зі збереженням під ними габаритів для руху міського автотранспорту, та з'єднані з усіма станціями в кожному напрямку двома незалежними шляхами. Пасажирські вагони приводяться в рух тяговим канатом за допомогою дискретного приводу з мехатронних модулів руху. Тяговий канат спирається на ролики балансирів, частина яких входить в кінематичний ланцюг мехатронних модулів руху, а спеціальні конвеєри пересадочних станцій обладнані системою переадресації пасажирських вагонів на інші шляхи руху.

Будемо сподіватися, що у недалекому майбутньому в Україні з'являться нові промислові, туристичні і гірськолижні канатні дороги, як це має місце у наших сусідів – європейців, де канатних доріг тисячі.

2.10.2. Кабельні крани

Кабельний кран являє собою вантажопідйомну машину, що складається з двох веж, між якими (в прольоті) по несучому канату за допомогою тягового каната переміщається вантажний візок (рис. 2.79).

Кабельні крани застосовуються для транспортування бетону, арматури і будівельних матеріалів при спорудженні гребель, шлюзів та інших гідротехнічних об'єктів. Крім того даний вид техніки використовується при роботах на різних складах, таких, як вугільні та щебеневі, а також на складі дерева. Обумовлене таке часте застосування кабельних кранів тим, що дане обладнання має високу вантажопідйомність.

Кабельні крани бувають стаціонарними і пересувними. У стаціонарних опори закріплені нерухомо на фундаменті, а у пересувних – на візках, що пересуваються по рейках (паралельно пересувний кран); або одна опора встановлюється нерухомо, а друга – на візку, що пересувається по рейці, покладеній по дузі кола (радіально пересувний кран).

Вантажопідйомність кабельних кранів коливається в межах 3–50 т, довжина прольоту 100–1000 м, швидкість пересування башти (у пересувних кранів) 15–30 м/хв, швидкість підйому вантажу 50–100 м/хв, а опускання – 120–135 м/хв.

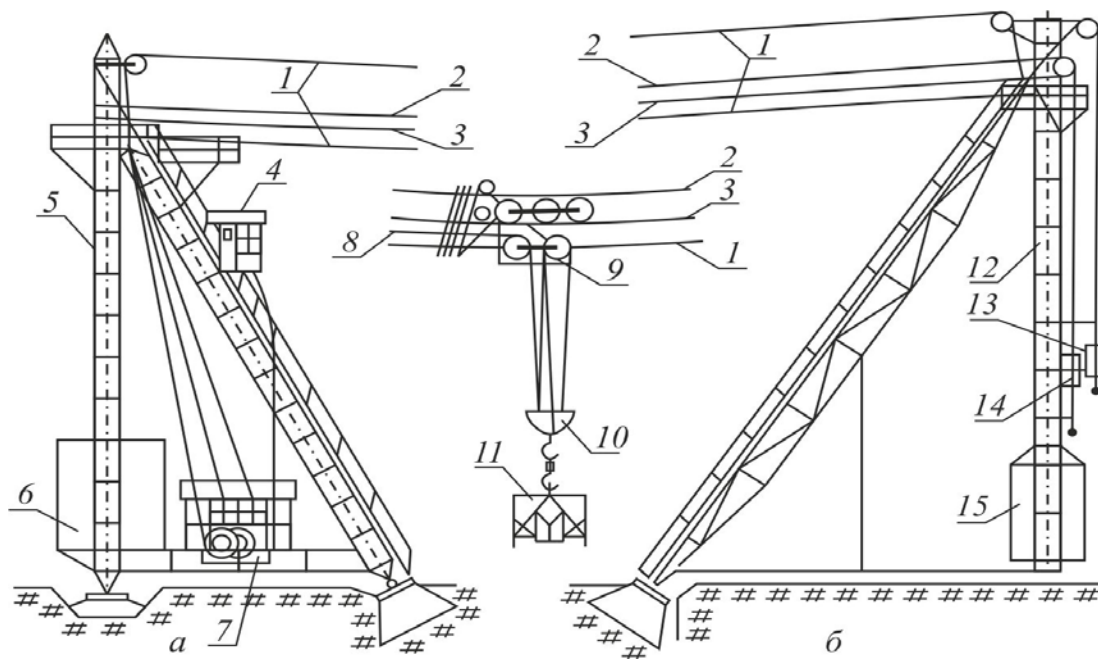


Рис. 2.79. Схема кабельного крана: *а* – машинна башта; *б* – натяжна башта: 1 – тяговий канат; 2 – канат для підтримок; 3 – несучий канат; 4 – кабіна машиніста; 5 – головна башта; 6 – противага головної башти; 7 – лебідка; 8 – підйомний канат; 9 – вантажний візок; 10 – обойма з блоком поліспада; 11 – ківш грейфера; 12 – хитка контрбашта; 13 – натяжний вантаж тягового каната; 14 – натяжний вантаж для підтримки; 15 – противага хиткої башти

Паралельно пересувний кабельний кран (див. рис. 2.79) має головну башту 5 з противагою (в нижній частині його розташовано машинне відділення) і хитку контрбашту 12 з противагою 15. Головна башта спирається на дві рейки, а хитка – на одну рейку. Робочим органом крана служить ківш грейфера 11 або гак, підвішений до обойми 10 поліспада.

Вантаж піднімається підйомним канатом 8, закріпленим одним кінцем на вантажному візку 9, а іншим – на барабані лебідки 7.

Вантажний візок, підвішений на несучий канат 8, пересувається від однієї башти до іншої тяговим канатом 1. Тяговий канат огинає канатоведучий барабан лебідки 7, причому одна гілка огинає блок на головній башті і закріплюється на вантажному візку з боку цієї башти, а інша гілка огинає блоки на хиткій контрбашті і натяжний вантаж 13 та закріплюється з іншого боку вантажного візка.

Несучий, підйомний і тяговий канати захищені від провисання і змішування під час пересування вантажного візка в прольоті рамками-підтримками, підвішеними на канаті з закріпленими на ньому кулачками-муфтами різного діаметра. За допомогою кулачків підтримки примусово розміщуються по довжині прольоту і збираються при наближенні вантажного

візка до головної башти. Підтримуючий канат натягується вантажем 14. Кран керується з кабіни машиніста.

Висота башти залежить від висоти споруд в прольоті і визначається за залежністю:

$$H_6 = h_1 + h_2 + h_3 + f,$$

де h_1 – висота споруд в прольоті, м; h_2 – висота поліспасти від візка з захоплювальним пристосуванням і пакетом вантажу, м; h_3 – запас висоти на прохід робітників, м; f – максимальний прогин несучого канату, м;

Максимальний прогин несучого канату визначається як

$$f = \frac{Q \cdot l}{4 \cdot S} + \frac{g \cdot l^2}{g \cdot S}$$

де Q – вага вантажу, що піднімається з вантажозахоплювальними пристроями, т; l – прогин крана, м; S – горизонтальна складова натягу несучого канату, м; G – вага одного погонного метра канату, т.

Горизонтальна складова натягу несучого канату розраховується за формулою

$$S = \frac{l}{g \cdot K} \cdot (2Q + g \cdot l),$$

де K – коефіцієнт провисання несучого канату (0,03–0,04).

Кабельні крани успішно застосовуються в тих випадках, коли інші види підйомно-транспортної техніки застосувати складно або неможливо в принципі. Так, наприклад, кабельні крани використовуються при розробці мармурових або гранітних кар'єрів, де вантажопідйомність таких кранів доходить до 50 т (рис. 2.80).

Кабельні крани з успіхом застосовувались при будівництві Волзького каскаду гідроелектростанцій, при будівництві гідроелектростанцій на ріці Вахш тощо. На рис. 2.81 показані кабельні крани при будівництві всесвітньо відомої гідроелектростанції Гувера у США.

У наш час з'явилися нові конструкції кабельних кранів, опори яких змонтовані на високопрохідній гусеничній техніці, що дозволяє монтувати мережі високої напруги ЛЕП у гірській місцевості та транспортувати як опори ЛЕП, так і споруди дерев (рис. 2.82).

Кабельні крани можна швидко монтувати і застосовувати у складних умовах будівництва, насиченого усілякими перешкодами (рис. 2.83), коли інші види підйомно-транспортних машин неможливо застосувати.



Рис. 2.80. Кабельний кран при розробці мармурового кар'єру



Рис. 2.81. Кабельний кран на будівництві ГЕС Гувера у США



Рис. 2.82. Високопрохідна гусенична техніка як опора кабельного крана



Рис. 2.83. Кабельний кран в умовах складної місцевості з перешкодами

Кабельні крани з успіхом застосовувались в умовах високої радіоактивності, наприклад, при засипці водоймища з радіоактивними відходами біля Томська; діюча модель такого крана є на кафедрі ПТМ НТУ «ХП».

Після Чорнобильської катастрофи колективом інституту «Союзпром-механізація» (м. Харків) був швидко спроектований і виготовлений кабель-

ний кран для ліквідації аварії методом засипки бором, однак керівництво вирішило, що засипати з вертольота МІ-8 більш раціонально. Як результат загинув вертоліт і його команда.

Великі можливості відкриває використання принципів кабельного крана у військово-морському і цивільному флоті при перевантаженні з одного корабля на інший військового і цивільного спорядження (рис. 2.84) на повному ході.



Рис. 2.84. Перевантаження на повному ході

Наприклад, згідно з правилами, авіаносець США, завантажений бомбами та ракетами не може зайти у порт приписки. Усе це «добро» треба вивантажити на повному ході з дотриманням протиракетних лиманних курсів. Періодично таке дійство, що захоплює подих, передають наші телеканали.

2.11. Контейнерні термінали

2.11.1. Контейнерні термінали середніх розмірів

Для контейнерних терміналів середнього розміру новим рішенням є введення автоматизованих компонентів для навантаження і зберігання вантажу [9]. В цьому випадку підприємці можуть домогтися цінової переваги в порівнянні з традиційним плануванням завдяки використанню автоматизації. Також оптимізуються процеси на терміналі і поліпшується сервіс для клієнтів.

Контейнерні термінали різних масштабів є ключовими елементами в світовому трафіку контейнерів. Великі кораблі класів Post-Panamax і Super-Post-Panamax курсують між континентами зі швартуванням в нечисленних портах. Для подальшого транспортування використовуються контейнеровози, які здійснюють транспортування до пунктів призначення, а також трафік контейнерів в межах континентів. Щорічний оборот цих терміналів

становить понад 500 000 TEU (двадцятифутовий еквівалент). Для таких вантажопотоків у Німеччині був розроблений малогабаритний термінал (рис. 2.85). Як суднорозвантажувальне обладнання використовуються частково автоматизовані портові мобільні крани, а на складі застосовуються автоматизовані складські крани.



Рис. 2.85. Схема малогабаритного терміналу

Зона зберігання терміналу розбита на окремі платформи, які мають систему автоматичного контролю. Для навантаження і розвантаження контейнерів в зоні зберігання, а також для поперечного транспортування між платформами використовується система мостових кранів. Зона зберігання має пункт відвантаження з окремим керованим вручну спеціальним краном.

Контейнери з платформ можуть бути передані цьому крану з обох сторін. У зоні відвантаження можна організувати інші ділянки обслуговування, наприклад, ділянку зберігання порожніх контейнерів або стивідорний сервіс. Також можливе з'єднання зони відвантаження з залізничним терміналом.

Загальна схема терміналу ґрунтується на чіткому розподілі функціональних зон. Для того щоб забезпечити поєднання офісу для адміністративної роботи і зони завантаження/розвантаження, треба забезпечити можливість швидкого оформлення супровідної документації для вантажних автомобілів. Вантажні автомобілі після розвантаження можуть бути одночасно завантаженими і можуть покинути термінал; перевезення між різними зонами всередині терміналу, що вимагає великих витрат часу, може бути скасоване. Разом з тим імовірність помилки під час координації вантажних автомобілів і контейнерів істотно зменшується, а також спрощується контроль пошкоджень контейнерів. Спереду і ззаду терміналу передбачені широкі паркувальні майданчики для вантажних автомобілів та інших робочих засобів.

Мобільні портові крани як підйомно-транспортне устаткування.

Уздовж причалу знаходиться робоча зона крана. Роль навантажувача/розвантажувача виконують порталні крани (рис. 2.86), які використовуються в багатьох морських портах як підйомно-транспортне обладнання для операцій з контейнерами та іншими вантажами [10].

Завдяки шасі вони можуть переміщатися по причалу, а також всередині порту. При цьому крани залишаються повністю оснащеними і відразу після установки готовими до використання. Крани приводяться в рух сучасними екологічними дизельними моторами, з'єднаними з генератором. Основні їх функції, такі, як підйом і обертання, забезпечуються електричним приводом, в той час як всі інші функції виконуються за допомогою гідравліки. Крани не потребують спеціальної інфраструктури, що включає в себе рейки і джерела живлення. Фірмою Gottwald з Дюссельдорфа (Demag Mobile Cranes GmbH) розроблено типорозмірний ряд таких кранів, з урахуванням різних розмірів суден-контейнеровозів. Вантажопідйомність на гаку досягає 120 т, що дає оператору можливість вантажити спеціальний і великоваговий вантаж. Крім виконання операцій з контейнерами та іншими штучними вантажами, є також можливість роботи з сипучими вантажами з використанням грейферів, що передбачає застосування в складі механізму підйому двох лебідок.



Рис. 2.86. Самохідний портовий кран як пристрій завантаження/розвантаження

Автоматизація як суттєва особливість проекту. Основною відмінною рисою контейнерних терміналів малих і середніх розмірів є відмова від горизонтального транспортування контейнерів між краном і складом. Завдяки частковій автоматизації портових мобільних кранів з'являється можливість узгодити рух двох кранів в єдиній операції. Часткова автоматизація портових мобільних кранів передбачає використання сенсорів широкого діапазону з відповідним програмним забезпеченням. Система здатна нейтралізувати коливання гаків зі спредером і контейнерів. Також забезпечується висока точність позиціонування вантажу і його переміщення найкоротшими траєкторіями, що гарантує запобігання зіткненням з перешкодами.

Перехід від ручного керування краном на автоматичне відбувається під час циклу навантаження. Кранівник вручну здійснює позиціонування спредера на судні, зняття контейнера і початок повороту. Інформація про напрям обертання подається на табло системою управління терміналу на підставі поточної ситуації. Під час здійснення повороту кранівник перемикає кран в автоматичний режим і далі обмежується моніторингом. Кран ставить контейнер в призначений передавальний пункт і, розвертаючись, відправляється назад до судна. При цьому кранівник знову користується ручним керуванням і знімає наступний контейнер.

Критичним фактором, що забезпечує продуктивність малих і середніх терміналів, є пропускна спроможність портових мобільних кранів. Складські крани є підлеглим об'єктом. Це здійснюється вбудованою системою управління на основі інформації про позицію портового пересувного крана на причалі. Також враховується позиція спредера в просторі і інформація про його стан (холостий або навантажений контейнером). На основі цих даних система управління обчислює часовий інтервал, протягом якого складський кран може безперешкодно забрати або завантажити контейнер на позицію передачі вантажу.

Сенсори також запобігають зіткненням між складським краном і портовим краном, або декількома портовими кранами. У середині кожного складського модуля організовані множинні позиції передачі вантажу. Вони виконують роль тимчасових буферів, необхідних у разі, коли відповідний складський кран має довші маршрути або коли контейнери повинні бути заготовлені на платформній системі для навантаження їх на вантажівки.

Автоматизовані складські крани і платформи. Платформна система (рис. 2.87) є зоною навантаження і розвантаження контейнерів і є сполучним елементом між складськими модулями. Контейнери можуть транспортуватися на двох рівнях незалежно один від одного. Вантажівки оснащені повним приводом і приймачами для контейнерів.

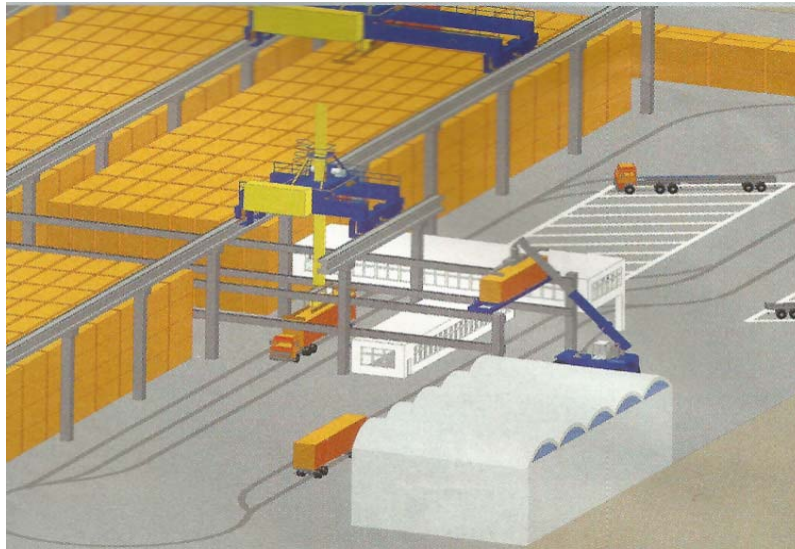


Рис. 2.87. Обслуговування вантажних автомобілів на платформній системі

Вони пов'язані з системою управління та отримують від неї відповідні дорожні листи. Як складські крани застосовуються автоматичні укладальники контейнерів (ACS) від Gottwald (рис. 2.88).



Рис. 2.88. Автоматичний укладальник контейнерів (ACS) у тестовій зоні

Цей тип кранів призначений для автоматизованого зберігання контейнерів і має жорсткий підвіс вантажу, який забезпечує точність позиціонування незалежно від умов навколишнього середовища. Крани, розташовані на

високо піднятих кранових коліях, забезпечують високу щільність зберігання і гнучку інтеграцію платформної системи в склад без перетинів траєкторій.

Програмне забезпечення для управління терміналом. Програмне забезпечення бере на себе управління всім терміналом. Воно включає в себе управління складом і складськими кранами, а також управління мобільними портовими кранами і платформною системою. Для оптимізації потоку вантажів в точках передачі між керованим вручну портовим краном і автоматичним складським краном планування всіх рухів виконується в режимі реального часу. Лише можливість реалізувати безперебійний і високопродуктивний доступ двох кранів до загальної точки передачі дозволяє відмовитися від навантажувачів. Контейнери повинні транспортуватися між платформною системою і складом одночасно з потоком матеріалів між складом і точкою передачі. Короткий час реакції платформної системи необхідний для того, щоб обслуговувати вантажівку в наданий часовий проміжок без тривалого очікування і пропонувати високий рівень обслуговування. Завдяки інтеграції управління складом в систему управління, вибір місця на складі може здійснюватися так, щоб процеси були оптимізовані і була досягнута висока продуктивність терміналу. Концепція малогабаритного терміналу дає можливість будувати контейнерні термінали середнього розміру з мінімальними витратами. Хоча відмова від традиційних навантажувачів між портовим краном і складським приміщенням вимагає додаткових витрат на програмне забезпечення, вона в той же час пропонує велику перевагу в результаті експлуатації автоматизованого терміналу. Крім цього платформна система є економічно вигідною, тому що вона дає можливість концентрувати операції навантаження і вивантаження на одній точці в районі автоматичного складу і наймати персонал тільки для обслуговування вантажівок.

2.11.2. Техніка для швидкого навантаження

Швидке навантаження розглянемо на прикладі морського порту Кукспорт, що знаходиться в гирлі Ельби навпроти Кільського каналу. Багатофункціональну навантажувальну установку експлуатує підприємство Cux Port Seehafen-Dienstleistungs GmbH, яке входить до складу групи Rhenus. Головні лінії сполучення – Великобританія, Ісландія, Скандинавія, Фінляндія, а також балтійські порти і Росія [11]. Термінал спеціалізується на обслуговуванні суден-ролкерів (Ro-Ro від. англ. roll-on/ roll-off, суден для навантаження вантажів на колісній базі), комбінованих контейнеровозів і ролкерів європейського каботажу. Малий час навантаження і швидка оборотність суден – сильні сторони Кукспорта. Свій внесок в швидке і надійне навантаження на терміналі площею 240 000 м² вносять 17 машин Kalmar: дев'ять тягачів Ro-Ro-терміналу, три річстакери і п'ять велико-вантажних вилкових навантажувачів.

Тягачі Ro-Ro-терміналу TRX182 (рис. 2.89) використовуються для швидкого навантаження і розвантаження Ro-Ro-вантажів. Плита сидельного пристрою, розрахована на навантаження до 32 т, може бути піднята на 1 000 мм на двох телескопічних циліндрах подвійної дії.



Рис. 2.89. Тягачі Ro-Ro-терміналу TRX182

Радіус повороту 6,3 м дозволяє маневрувати на обмеженому просторі. Кабіна забезпечує водієві відмінну видимість у всіх напрямках і комфортне розміщення.

Для навантаження контейнерів Кукспорт використовує три річстакери; 64-тонний ContChamp DRD420-60S5 (рис. 2.90) має вантажопідйомність 42 т.



Рис. 2.90. Річстакер ContChampDRD420

Всі прилади та елементи управління розташовані зручно і наочно з точки зору ергономіки, а тому кожен водій може прийняти найвигіднішу для нього позу під час роботи; сидіння, рульове колесо і важіль управління для гідравліки можна регулювати окремо.

Для навантаження важких вантажів, таких, як сталеві пластини, балки і катушки, Кукспорт використовує на складській території п'ять виловних навантажувачів Kalmar з різною вантажопідйомністю. У DCD160 вантажопідйомність 16 т (рис. 2.91).

Для навантаження важких вантажів до 32 т в розпорядженні є навантажувач DCD320-12 (рис. 2.92)



Рис. 2.91. Великоваговий виловний навантажувач DCD160



Рис. 2.92. Навантажувач DCD250

Поряд з кваліфікованим персоналом, успішність порту забезпечується продуктивністю і надійністю застосовуваних машин, тому що в судноплавстві не дозволяється порушувати міжнародні норми строків обслуговування (навантаження і розвантаження) суден, через великі штрафи.

2.11.3. Автоматизований контейнерний термінал

Розглянемо ще один успішний контейнерний термінал Альтерверден (район Гамбурга). Він є дочірньою компанією Гамбурзького портового і складського акціонерного товариства, що виділяється з посеред інших автоматизованими виробничими процесами. Перевантажувальні комплекси цієї малогабаритної системи були побудовані в 2004 р. і розраховані на 1,9 млн TEU (двадцятифутовий еквівалент) щорічно [12].

Модель контейнерного терміналу Альтерверден (рис. 2.93) дає гарне уявлення, як повинен виглядати компактний перевантажувальний комплекс в районі Гамбурзького порту в останній черзі будівництва. В кінці квітня 2002 р. після інтенсивних приготувань була здана в експлуатацію перша частина будівництва сучасного терміналу. Його місткість розрахована щорічно на 1,1 млн TEU (двадцятифутовий еквівалент). Висока ефективність в контейнерному терміналі Альтерверден при навантаженні контейнерів повинна досягатися завдяки взаємодії між сучасними технологіями, ефективною системою управління та продуктивною інформаційною системою.

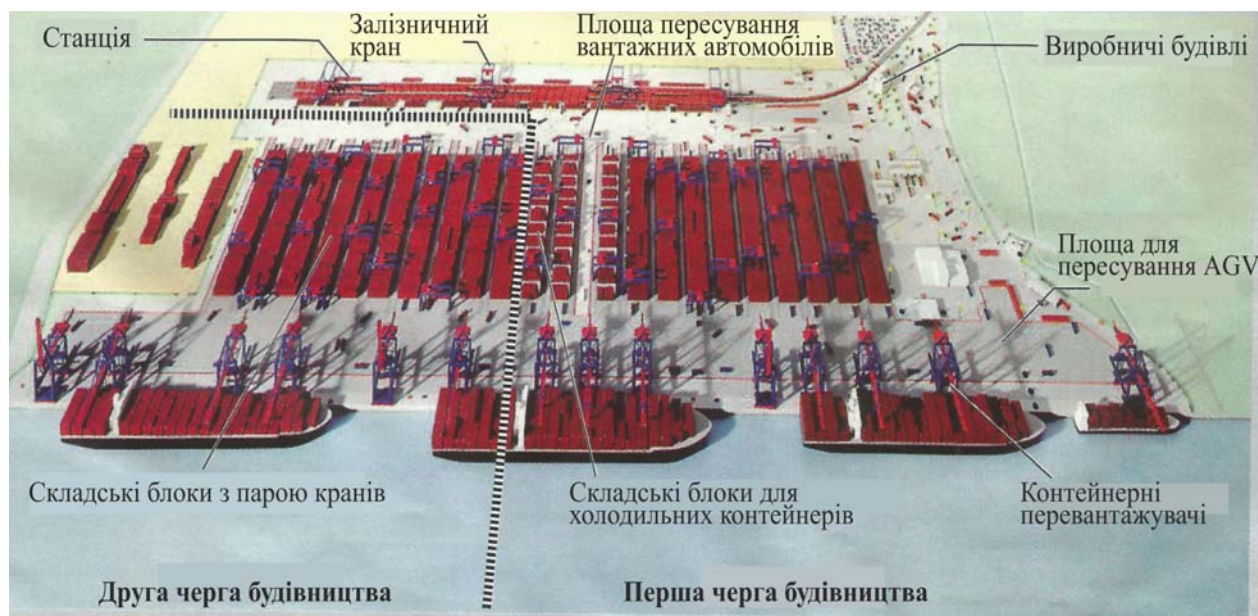


Рис. 2.93. Модель контейнерного терміналу Альтерверден

До початку будівництва терміналу група планування, що складала з представників різних дисциплін, почала порівнювати один з одним можливі

варіанти для вантажної системи і розробляти рекомендації для цієї системи. При цьому в основі порівняння лежали такі припущення:

- місткість верхової сторони щорічно 1,9 мільйона TEU;
- середній час перебування в контейнерному складі 4 дні;
- TEU-фактор 1,6 (60 % всіх контейнерів з сорокафутовими контейнерами);
- частка рефрижераторних контейнерів (рефрижераторів) 10 %;
- частка небезпечних вантажів (ІМО) 6 %.

На підставі цих вхідних даних були визначені наступні планові дані для створення контейнерного терміналу Альтерверден:

- розмір контейнерного складу 30000 TEU (при середньому навантаженні 80 %);
- число місць для зберігання для рефрижераторів – 2600 TEU;
- число місць для зберігання для небезпечних вантажів – 1950 TEU;
- число місць для зберігання контейнерів з надмірним розміром – 500 TEU.

З комбінацій відомих вантажно-розвантажувальних устаткувань для суші і води виходить теоретично велике число можливих варіантів для вантажної системи. При цьому різні варіанти відрізняються не тільки видом обраного транспортного засобу між контейнерним мостом і складом, а і пристроєм навантаження і вивантаження контейнерів всередині контейнерного складу та видом обслуговування зовнішніх вантажівок.

Шість комбінацій різних типів пристроїв були детально розглянуті та в рамках планування порівняні між собою:

- звичайний Van-Carrier/Straddle-Carrier-Terminal (VCT) – зі штабелем портального (козлового) типу;
- автоматичний Straddle-Carrier (ASC) – козловий автоматичний штабелеукладач портального типу на пневмоколісному ході;
- Cantilever Rail Mounted Gantry Crane – консольний козловий кран з встановленим на рейках тягачем.
- Double Rail Mounted Gantry Crane – двобалковий козловий кран з тягачем (DRMG/ZM);
- Double Rail Mounted Gantry Crane – двобалковий козловий кран з автоматично керованим транспортним засобом (DRMG / AGV);
- Overhead Bridge Cranes – мостові крани з автоматично керованим транспортним засобом (OHBC/AGV).

При варіанті DRMG/ZM складський блок переймає навантажувальні і розвантажувальні функції великих і в малих портальних кранів, що діють відповідно зовні і в середині. Ці крани так влаштовані, що вони можуть пересікати один одного. Таким чином, всі контейнери одного блока доступні двом кранам – це підвищує пропускну здатність і доступність таких блоків.

При планованому розташуванні блоків, що зберігаються перпендикулярно до причалу, один з кранів може обслуговувати акваторію, в той час як інший працює на суші, наприклад, при обслуговуванні вантажних автомобілів. При цьому рішенні для транспортування з контейнерного моста до складу (акваторійне транспортування) застосовується тягач, що обслуговується водієм. Ці варіанти були відкинуті через несприятливі економічні міркування по відношенню до рішення AGV.

Рішення DRMG/AGV відрізняється від варіанта DRMG/ZM тільки лише видом транспортного засобу для акваторійного транспортування. Замість тягача, що обслуговується водієм, застосовуються автоматично керовані транспортні засоби (Automated Guided Vehicles, AGV). Ці пристрої орієнтуються за вбудованими в підлогу мітками, які зчитуються при проїзді повз них і таким чином дають можливість транспортному засобу орієнтуватися в межах їх радіусу дії. Управління парком транспортних засобів бере на себе вищестоящий комп'ютер управління автопарком.

Подібні порівняльні розрахунки прибутковості, які тут не варто розглядати докладніше, були поряд з детальними технічними дослідженнями варіантів VCT або DRMG в кінцевому рахунку вирішальними для рекомендації групою планування варіанта DRMG/ AGV.

Контейнерні перевантажувачі. На причальній стінці довжиною 1 400 м в останній черзі будівництва передбачено 4 причали для великих контейнеровозів; 14 контейнерних перевантажувачів (рис. 2.94) у форматі Super-Post-Panamax (виробник – корпорація ZPMC Шанхай, Китай; електричне оснащення – Siemens Бремен) гарантують швидке навантаження і завантаження габаритних контейнеровозів.



Рис. 2.94. Контейнерні перевантажувачі в повній готовності

У першій черзі будівництва в експлуатацію увійшов відрізок причальної стінки довжиною 800 м, оснащеної сім'ю контейнерними перевантажувачами. При висоті підйому 38,5 м над підкрановими рейками і при ширині колії в порталі 35 м контейнерні перевантажувачі піднімають до 50 т на спредер. Кораблі майбутнього покоління Super-Post-Panamax з 22-ма рядами контейнерів на палубі завантажуються без особливих зусиль завдяки довжині стріли в 61 м; корисний береговий звис становить 16,5 м. Особливість нових розвинених контейнерних перевантажувачів полягає в тому, що контейнерний навантажувач оснащується двома крановими візками, що працюють окремо. Кішка (візок) з боку води в частково автоматичному режимі функціонування здійснює транспортування контейнера між судном і стиковою платформою, яка розташована високо в порталі (рис. 2.95).



Рис. 2.95. Контейнери опускаються на стикову платформу візка

Є пристрої, називані твистлоками, які пов'язують контейнери один з одним на судні. Таким чином, неминучі роботи зі стикуванням передислюються з робочого простору транспортних засобів під перевантажувачем в безпечне робоче місце. При цьому другий повністю автоматичний візок бере на себе контейнер і розвантажує його в так званий Backreach, тобто на автоматичний транспортний засіб (AGV) за порталом. Зі спеціальним спредером буде можливий режим подвійного підйому (Twinlift), а саме одночасне прийняття двох двадцятифутових контейнерів, що стоять поруч один з одним на палубі.

Автоматично рухомі транспортні засоби (AGV) для горизонтального переміщення. Транспортування контейнерів зі складу або на склад здійснюють автоматично рухомі транспортні засоби (рис. 2.96) виробництва: Demag Mobile Cranes Gottwald Düsseldorf.



Рис. 2.96. AGV здійснюють транспортування контейнерів зі складу на склад

Транспортні засоби з дизель-гідравлічним приводом на гумових шинах можуть приймати 40/45-футові контейнери або одночасно два маленьких 20-футових стандартних бокси. У теперішній час будується приблизно 65 таких автоматично рухомих транспортних засобів, а 35 вже курсують по закритій для людей проїжджій частині 100-метрової ширини. При швидкості пересування до 22 км/год вони орієнтуються за вбудованими в підлогу мережі мітками, які можуть бути зчитані при проїзді повз них. Управління парком автоматично рухомих транспортних засобів забезпечує ефективну організацію шляхів слідування і транспорту. При цьому, на відміну від звичайних систем, AGV передбачають поділ завдань. Управління автопарком бере на себе тільки лише маршрутизацію транспортних засобів, а саме управління рухом і регулювання права переважного проїзду. Узгодження команд з кожним окремим транспортним засобом транслюється вищестоящому термінальному контролеру з метою постійної онлайн-оптимізації всіх ресурсів терміналу.

Контейнерний склад. На загальній площі зберігання в 225 000 м² (площа першої черги будівництва 112 000 м²) з'являється в новому виконанні контейнерний склад; 22 складських блоки (перша черга будівництва – 11 блоків) мають місткість для зберігання 30 000 TEU (перша черга будівництва – 11 000 TEU). Майже всі блоки побудовані ідентично: кожний з

десяти рядів має по 37 місць в поздовжньому напрямку для укладання вантажу. Відмінності є в трьох центрально розташованих блоках для прийому холодильних контейнерів (рефрижераторів). Холодильні контейнери укладають між сталевими платформами, щоб гарантувати безпроблемне ручне обслуговування охолоджувальних пристроїв. Усередині блока контейнери укладаються в стопку до 4 штуки у висоту. Кожному блоку зберігання призначена пара порталних кранів (рис. 2.97) на рейковому ході з автоматичним управлінням (виробник – Hans Künz GmbH Hard, Австрія; керуючий пристрій – ABB).



Рис. 2.97. Портальна кранова пара в холодильному складі

Їх вантажопідйомність під спредером становить 42 т; 22 пари RMG-кранів сконструйовані таким чином, що великий (зовнішній) кран-штабелер завжди може проїхати над малим краном-штабелером. Таким чином, загальний блок може обслуговуватися одночасно і безперервно двома кранами – все місця для зберігання завжди доступні. Також таке компонування збільшує готовність усього обладнання, тому що в разі виходу з ладу одного з кранів, згадуваний блок може працювати зі зниженою потужністю.

AGV (автоматично рухомі транспортні засоби) направляються під крани відповідно до напрямку дверей контейнера (холодильника); вантажно-розвантажувальні роботи контейнерів здійснюються в повністю автоматичному режимі. Чотири паралельно розташовані колії на кожному блоці передбачені для того, щоб одночасне навантаження і вивантаження декількох контейнерів з одного блока призводило до заторів і перешкод на смузі руху AGV.

Оформлення вантажних автомобілів. Вантажні автомобілі, що проїжджають термінал, реєструються, якщо це не було зроблено завчасно за допомогою дистанційної передачі даних (DFU), спочатку документально в так званому Interchange (обмінному офісі). Потім, перед в'їздом в зону зберігання, що складається в цілому з десяти смуг руху, вони проходять перевірочні ворота (Check-Gate). Там визначається стан контейнерів і водію в складі призначається його кінцевий пункт призначення. Вантажівки, оформлені за допомогою дистанційної передачі даних (DFÜ), переміщуються прямо до перевірочних воріт по окремій смузі, мінаючи звичайну процедуру реєстрації.

У контейнерному терміналі Альтевердер СТА «Container Terminal Alteuwerder» відмовляються від просторово-сконцентрованого обслуговування вантажних автомобілів в так званих зонах очікування (Holding Areas), яке використовується в звичайних контейнерних терміналах, на користь безпосереднього під'їзду до кожного окремого складського блока. Смуга, шириною приблизно 75 м, з чотирма смугами руху дає вантажним автомобілям можливість без проблем направлятися до призначеної передавальної позиції складських блоків. Вантажно-розвантажувальні роботи відбуваються повністю автоматично якраз над вантажним автомобілем. Сама процедура передачі виконується дистанційно і контролюється камерами центральної диспетчерської. Вантажний автомобіль залишає термінал по одному з шести шляхів через арку для виїзду. За логікою речей, вантажно-розвантажувальні роботи імпортованих контейнерів виконуються в зворотному напрямку.

Обслуговування контейнерів на залізниці. У термінальній станції чотири козлових крани з обертовими візками (виробник – Hilgers AG Райнборль; управляючий пристрій – Siemens Nordrhein) покривають шість паралельних рейкових колій, які дозволяють обслуговувати вантажні поїзди довжиною 700 м (рис. 2.98).

Рейкові крани мають вантажопідйомність під спредером 42,8 т і ширину колії порталу 41,5 м. Контейнери під прямим кутом до рейок поміщаються близько до 200 вантажних причіпів (виробник – Houson) (1-а черга будівництва – близько 100). Потім 15 керованих термінальних тягачів ТТТ220 (виробник – Terberg) беруть на себе транспортування вантажних причіпів між станцією і складом. Тягач і вантажний причіп оснащені автозчепом, щоб для їх з'єднання водію не потрібно було залишати транспортний засіб. Пізніше на західній стороні станції в рамках комбінованого вантажопотоку також вантажаться вантажні автомобілі зі змінним вантажним причіпом. Ця зона комбінованого вантажопотоку має окремий під'їзд від решти терміналу.



Рис. 2.98. Навантажувальний кран з візком, що обертається, в термінальній станції

Управління терміналом. Важливою передумовою для безперебійної роботи комплексу є управління терміналом. Випробувані компоненти, такі, як корабельне планування і планування терміналу, зв'язуються разом з новими структурами до електро-обчислювального захищеного управління комплексної логістичної системи. Максимальна пропускна здатність комплексу досягається тільки шляхом перспективного і постійно оновлюваного планування всіх пристроїв – розвиток цих структур є одним з найбільших викликів у реалізації амбіційної глобальної концепції. Моделювання терміналу гарантує оптимальне функціонування як всієї термінальної логістики, так і окремих її аспектів. Також після старту роботи теоретичні моделі продовжують далі підганяти під поточний стан, для того щоб можна було перевірити правильність оптимізації та адаптації програмного забезпечення, до прийому його в реальну експлуатацію.

2.11.4. Контейнерні перевантажувачі для обслуговування суден Super Post Panamax

Щоб наступне покоління контейнеровозів було належним чином обслужене, термінал North Sea в Бремерхафен GmbH & Co (NTB) замовив чотири контейнерних крани у китайського виробника кранів ZPMC, з приблизно 30 %-вою часткою на світовому ринку [13]. Після довгого плавання на спеціальному танкері ці крани благополучно прибули до місця призначення –

Бремерхафен. Компанія Alstom Power Conversion взяла на себе постачання і монтаж всього електрообладнання кранів.

Вже завчасно термінал NTB (спільне підприємство з Eurogate-Gruppe і судноплавною компанією Maersk-Sealand) пристосувався до значного збільшення контейнерного морського судноплавства. З завершенням будівництва контейнерного терміналу III (СТІІІ), у 1997 р. також зросла загальна довжина причалу – на 3 км. На площі, величиною приблизно 2,4 млн м² можна укласти 43 000 контейнерів. СТІІІ розрахований вже на нове покоління контейнеровозів. Це ще більший тип судна, який має бути забезпечений місцем для стоянки на причалі довжиною 340 м. Воно може приймати замість сімнадцяти контейнерів вже до двадцяти двох, що стоять один біля одного. Щоб можна було ефективно обслужити такі великі контейнеровози, необхідні нові крани, стріла яких може досягти будь-якої точки таких суден. У 1999 році термінал NTB замовив перші чотири контейнерних перевантажувачі класу Super-Post-Panamax у китайського виробника кранів ZPMC (рис. 2.99).



Рис. 2.99. Контейнерні перевантажувачі в NTB

Поставка повного електрообладнання була доручена компанії Alstom Power Conversion. Усе технічне оснащення, від кабелю до керуючого пристрою, масою приблизно 400 т, було завантажене в контейнер і відправлене по воді в Шанхай. Після монтажу контейнерні перевантажувачі

Alstom були введені в експлуатацію і потім перевезені спеціальним танкером в Бремерхафен – при власній масі кожного великого крана в 1600 т і висоті приблизно 110 м при складеній стрілі. Це завдання виявилось не з легких.

Концепція автоматизації. Пропускна здатність кранів є ключовим критерієм їх продуктивності, тобто скорочення часу завантаження і розвантаження і зниження витрат, пов'язаних з часом їх простою в порту. Це входить в протидію з деякими фізичними закономірностями. Теоретично технічна продуктивність крана дозволяє перевантажувати 40–45 контейнерів за годину. Реальне її значення, з урахуванням часу простою, може лежати в межах 20–25 контейнерів за годину. Основною причиною такої затримки є те, що спредер (система захоплення для контейнерів) кріпиться до візка за допомогою тросів, і таким чином при значенні прискорення $0,8 \text{ м/с}^2$ контейнер починає розгойдуватися. Отже, для того щоб збільшити швидкість руху, треба додатково оптимізувати узгодженість кранових приводів. Тому оператор крана, чиє робоче місце розташовується на висоті понад 40 метрів, підтримується системою позиціонування і погашення коливань PDC 300 від Alstom, яка допомагає йому під час виконання складного завдання швидко і точно позиціонувати контейнери.

Це дозволяє здійснювати більш швидку і безпечну роботу і зменшувати навантаження на обслуговуючий персонал і обладнання, тому що потрібна значно менша кількість коригувань швидкості і напрямку. Система виконує різні закономірні завдання і завдання автоматизації, щоб вибрати оптимальний шлях для вантажу і досягти економії часу в 20 % (рис. 2.100).

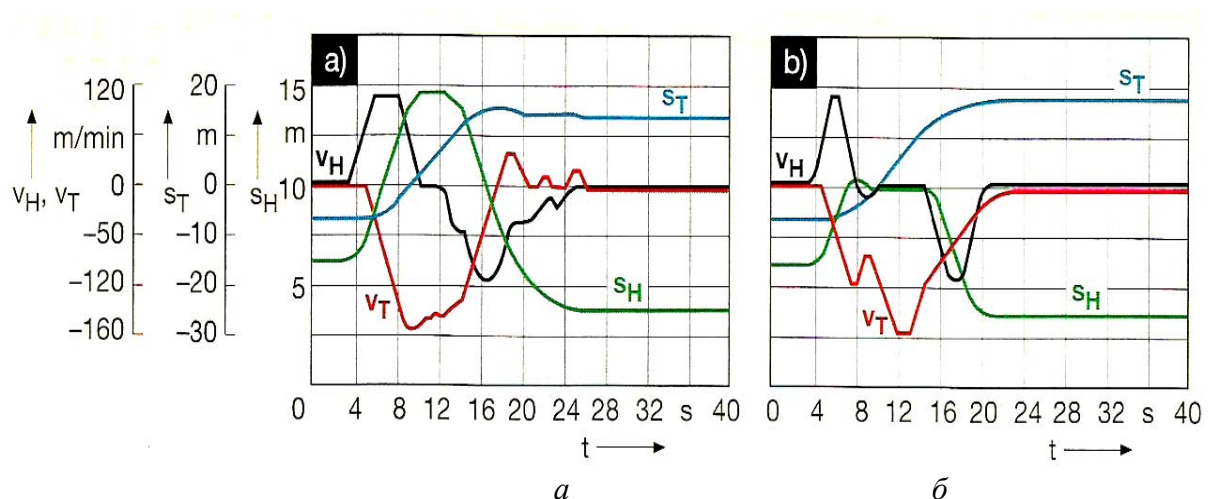


Рис. 2.100. Діаграма шляху, часу і позиції для процесу розвантаження (в кожному випадку з тим же кранівником): *a* – вручну, *б* – напівавтомат; *v* – швидкість; *s* – шлях; *t* – час; *H* – підйомний механізм; *T* – ходовий візок

Управління краном. Система управління TDE 400 (технічний збір даних) була розроблена разом з Alstom і експлуатаційниками в Бремерхафені. Вона заснована як на операційній системі реального часу RMX, так і на стандарті Ethernet-10 (TCP/IP) для каналів зв'язку, і формує, в поєднанні з PDC 300, ідеальний інструмент для експлуатації та технічного обслуговування. Великі технологічні та статистичні функції графічно обробляються і виводяться в явному вигляді на монітор оператора крана в кабіні. До кожної кранової системи входить п'ять незалежно керованих моніторів, два з яких знаходяться відповідно в Е-Хаусі і в кабіні оператора крана. Три інших призначені для технічних фахівців Eurogate Technical Services, сформованих незалежно від управління будівництвом і плануванням і відповідальних за технічне обслуговування. Інженери мають зв'язок з краном за допомогою оптоволоконного кабелю (3 канали на кран). Для контролю стандартних і спеціальних функцій, в тому числі стану помилок, дані оновлюються в програмованому логічному контролері циклічно кожні 50 мс. Детальні протоколи і звіти Post-mortem полегшують документування та аналіз помилок, щоб можна було швидко усувати проблеми. В НТУ «ХПІ» розроблена система оптимального управління одиночним краном і групою кранів з гасінням коливань вантажу на гнучкому підвісі в заданій точці [14, 15].

Приводи портальних кранів. Alstom є одним з небагатьох постачальників обладнання, які можуть запропонувати для кранів мереже-ве живлення змінного і постійного струму. У Бремерхафені була обрана змішана архітектура: двигун змінного струму з частотним перетворювачем ALSPA MD 2000 для ходової частини крана і двигун постійного струму для всіх інших приводів. Частотні перетворювачі ALSPA MD 2000, з сучасною IGBT-технологією і діапазоном вихідних частот від 0 до 300 Гц, особливо добре підходять для використання в крані. Розподільний пристрій середньої напруги розрахований на 6 кВт. У разі, якщо головний привод вийде з ладу, допоміжний привод може бути підключений через мережу.

Розподілена мережа. Функції крана управляються за допомогою програмованого логічного контролера ALSPA C80-HPC Logidyn D2 (модульною системою мультипроцесорів, що забезпечує функціональну багатозадачність і що базується на відкритому стандарті комп'ютерної шини VMEbus (рис. 2.101). Alstom вибрав на процесорну плату на основі процесора Intel і флеш накопичувачі. З міркувань електромагнітної сумісності з'єднання кранів з боку суші, всі довгі ділянки на крані, система шин, імпульсний датчик, а також камера для гасіння коливань і TDE-термінал пов'язані між собою за допомогою оптоволоконного кабелю.

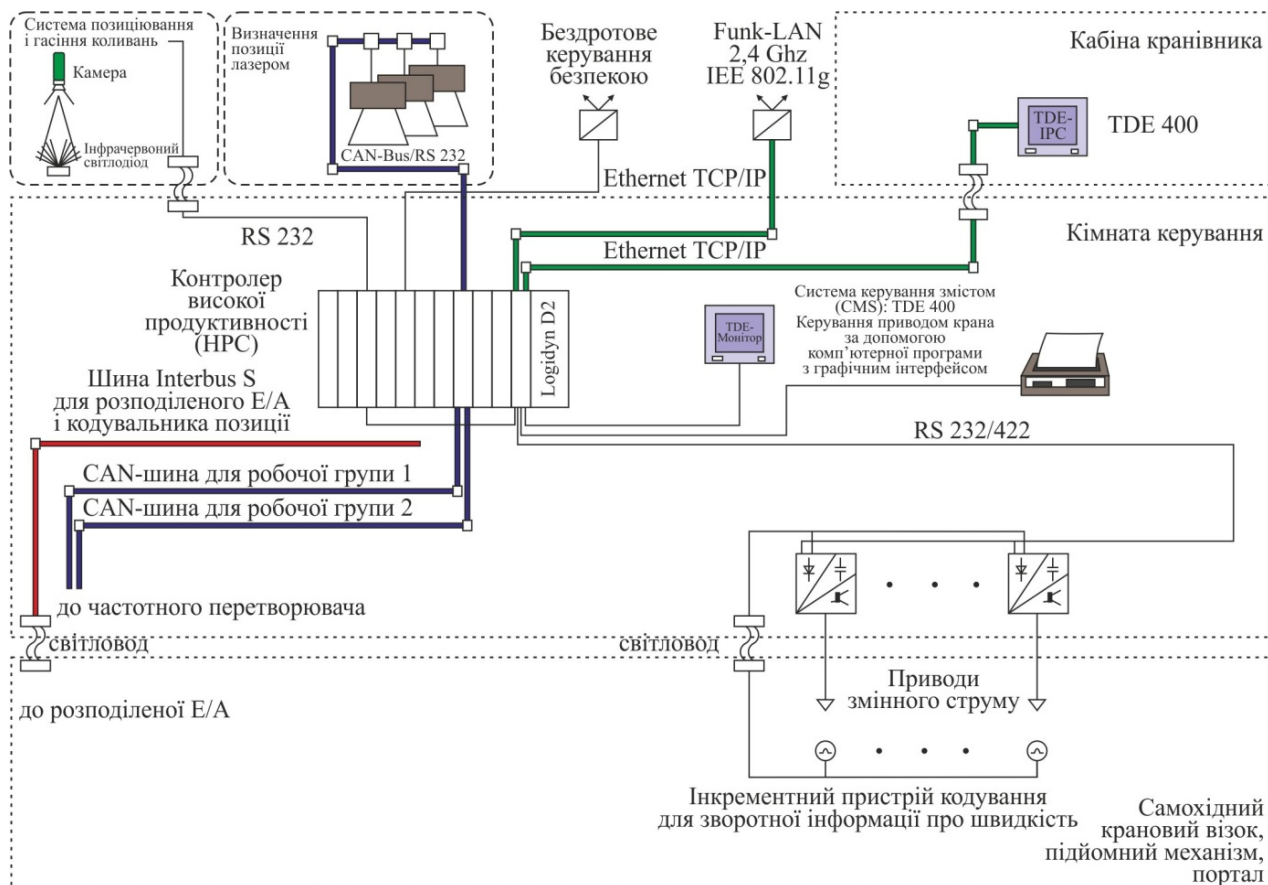


Рис. 2.101. Схема з ALSPA HP

Інтеграція нових технологічних функцій (завдань) або зменшення часу циклу окремих завдань протягом або після введення в експлуатацію в будь-який час гарантується за допомогою цієї системи. Всі закономірні завдання і завдання управління (в тому числі погашення коливань) обробляються однією або декількома процесорними платами.

Тенденції розвитку в підйомно-транспортній техніці для сипучих вантажів. Сучасний стан речей в підйомно-транспортній техніці для сипучих вантажів характеризується тим, що практично всі фізичні принципи, що використовуються для видобутку, транспортування та перевалки сипучих вантажів, перетворюються з технічної точки зору. Тому виробники підйомно-транспортних пристроїв приділяють більшу увагу не знаходженню нових оригінальних підйомно-транспортних принципів, а оптимізації тих, що вже є. Це стосується як виробників компонентів, таких, як, наприклад, конвеєрні стрічки, несучі ролики, ланцюги, приводи, ходові механізми та несучі конструкції, так і виробників комплектних установок підйомно-транспортної техніки.

Особливо складні крупні пристрої мають, як і раніше, великий потенціал для розвитку. Підвищення ефективності, зниження витрат життєвого

циклу, а також оптимізація обслуговування, технічного нагляду та утримання в справності є найважливішими сферами їх вдосконалення. Через покращення функціонування та взаємодії окремих компонентів неминуче виникають підйомно-транспортні механізми наступного покоління. Так, наприклад, використання нових матеріалів веде до покращення співвідношення їх маси та продуктивності і до більшої тривалості експлуатації. За допомогою застосування певних матеріалів та методів покриття виникають високоякісні поверхні конструктивних елементів, які достовірно зменшують шлакування, тертя та зношування.

Велику значущість в удосконаленні має автоматизація керування та режиму роботи підйомно-транспортних пристроїв. В галузі техніки складування вже має місце дуже висока ступінь автоматизації. Багато приладів керуються та контролюються без окремого оператора з центральної диспетчерської. Інтегровані в ці прилади датчики та елементи керування чудово зарекомендували себе в цій сфері. Вони з'єднані з центральною одиницею керування за допомогою індустріальної шинної системи. Для мобільних приладів все частіше застосовуються GPS-системи (Global Positioning System) для визначення положення та керування.

З подальшим розвитком моделей для симуляції матеріального потоку сипучих вантажів можна досягнути з сучасної точки зору найбільш постійних ефектів вже при плануванні підйомно-транспортних установок для сипучих вантажів.

Список літератури до розділу 2

1. Григоров О. В. Вантажопідйомні машини : навч. посіб. / О.В. Григоров, Н.О. Петренко. – Х. : НТУ «ХПІ». 2006. – 304 с.
2. Подъёмно-транспортные машины. Энциклопедический словарь. – М.: «Машиностроение», 2009.
3. Каталог «FAM». – Магдебург: «Шпрингер», 2006 г.
4. Schuttgutumschlag, FAM Autoreu Team unter Leitung von Dr.-Ing. Lutz Petermann mit Prof. Dr.-Ing.habil Dr.h.c. Friedrich Krause. FAM Forderanlagen. – Magdeburg, 2010.
5. Буклет судопогрузочных машин ПАТ «Укркраненерго». – Харьков: «Укркраненерго», 2017.
6. Weser Engineering GmbH. Schuttgutumschlag, und Mischbett-Technologie. Рекламный каталог. – Магдебург: «Weser Engineering», 2006.
7. Дукельский А. И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны / А.И. Дукельский. – М., Л. – 1966.

8. Проектно-конструкторский институт «Промеханизация». Рекламный буклет. – Харьков: «Промеханизация», 2017.

9. Torsten Fischer. Lösung für mittelgroße Container-terminal // Hebezeuge und Fördermittel. – 2002. №5 – S. 250–252.

10. Григоров О. В. Гідравлічний привід підйомно-транспортних, будівельних та дорожніх машин : навч. посіб. / О.В. Григоров – Х. : НТУ «ХПІ», 2005. – 264 с.

11. Thomas Koch. Technik für den schnellen Umschlag // Hebezeuge und Fördermittel. – 2002. №5.

12. Thomas Koch «Modern Umschlag // Technik im System Hebezeuge und Fördermittel. – 2002. – №5 – S. 254–257.

13. Thomas Koch. Auf größte Schiffe eingestellt // Hebezeuge und Fördermittel. – 2002. – №5 – S. 258–259.

14. Optimale Steuerung für Hebe- und Fördermaschinen : навч. посібник / О. Grigorov, V. Svirgun, G. Anishchenko, W. Stryzhak, A. Okun: – Х. : НТУ «ХПІ», 2013. – 240 с. – Нім. мовою.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення поняття «транспортуюча машина».
2. Дайте визначення поняття «абзетцер».
3. Дайте визначення поняття «відвалювач».
4. Дайте визначення поняття «реклаймер».
5. Дайте визначення поняття «ротонний екскаватор».
6. Дайте визначення поняття «перевалка».
7. Перерахуйте машини, що входять до технічного маршруту масштабного вантажу.
8. Перерахуйте машини, що входять до поняття «балкерний термінал».
9. Перерахуйте машини, що входять до поняття «норія».
10. Які умови можуть забезпечити мінімальний час перевантаження сипучого вантажу?
11. Назвіть доробки ПАО «Укркраненерго» в царині портових навантажувальних машин.
12. У чому принципова відмінність навантажувальних машин ПАО «Укркраненерго» залежно від того, де вони встановлені: на пірсі, або на причалі?
13. Назвіть вітчизняні та іноземні фірми з виготовлення навантажувально-розвантажувальних машин.

14. Назвіть типи пристроїв відвалоутворення (абзетцерів) та вилучення з відвалів (реклаймери).
15. Назвіть устаткування для зберігання та змішування насипних вантажів.
16. Назвіть устаткування складів.
17. Дайте характеристику вугільних складів ТЕЦ.
18. Зобразіть схему порталного скребкового реклаймера.
19. Зобразіть схематично кільцевий склад для насипних вантажів з порталним скребковим реклаймером.
20. Дайте характеристику гомогенізації насипного вантажу.
21. Перерахуйте методи гомогенізації насипних вантажів.
22. Перерахуйте методи розвантаження вагонів.
23. Зобразіть схему канатної роботи.
24. Зобразіть схему кабельного крана.
25. Назвіть перспективні схеми канатного метро.
26. Зобразіть схему завантаження судна на повному ході.
27. Дайте визначення контейнерного терміналу.
28. Що таке каботажні судна?
29. Назвіть основні переваги крана Gofwald для розвантаження контейнерів.
30. Назвіть переваги безтросового автоматичного укладача контейнерів.
31. Дайте визначення поняття «Piremaker».
32. Дайте визначення поняття систем «Ro-Ro».
33. Назвіть переваги системи AGV (розшифрувати) для розподілу контейнерів на складі.
34. Особливості роботи козлових кранів при обробці контейнерів-рефрижераторів.
35. Перерахуйте особливості роботи з контейнерами на залізничному терміналі.
36. Дайте характеристику суден Super Post Ronamax і контейнерних перевантажувачів, що їх обслуговують.
37. Дайте характеристику системи керування контейнерним перевантажувачем.

Розділ 3

ТЕХНІКА МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ ШТУЧНИХ ВАНТАЖІВ

3.1. Техніка пакування вантажів і утворення вантажних одиниць

3.1.1. Завдання техніки пакування вантажів і утворення вантажних одиниць

Якщо простежити значення пакування в ході його історичного розвитку, то спочатку до нього ставилися лише вимоги захисту товару. Цей факт можна обґрунтувати, серед іншого, відносно високим збитком при транспортуванні вантажу. Із впровадженням логістичних поглядів на підприємство з нової точки зору стали розглядатися не тільки матеріальний і інформаційний потоки, але, неминує, й техніка пакування. Сюди відноситься, наприклад, оптичне оформлення пакування, що, як правило, повинне вести до підвищення цінності продукту. До того ж останнім часом питання утилізації відходів і логістики утилізації відходів все частіше піднімається в технічних і організаційних процесах упакування вантажів і утворення вантажних одиниць. До цих нових граничних умов приєднується істотно зросло економічне значення пакування. Так, у 1987 р. в усьому світі на пакувальні засоби й допоміжні пакувальні засоби було витрачено близько 500 млрд німецьких марок, з яких тільки 30 млрд – у Німеччині. Розглянувши тенденцію останніх років, можна встановити, що загальна вартість пакувальних засобів і допоміжних пакувальних засобів стрімко збільшується. З огляду на всі вищезгадані пункти, всеосяжна реструктуризація техніки пакування вантажів і утворення вантажних одиниць, як і нове формулювання вимог до них, являють собою неминучий обов'язковий наслідок [1].

Для реалізації оптимального пакування необхідно взяти до уваги всі його підфункції:

- зберігання;
- складування й транспортування;
- збуту;
- застосування;
- ідентифікаційної й інформаційної.

Тільки при ретельному плануванні й організації пакування можна задовольнити всі вимоги названих функціональних сфер. Відповідність цих різноманітних вимог пакування до окремих функціональних сфер наведено в табл. 3.1. При цьому очевидно, що багато згаданих характеристик повинні

бути присутніми у декількох функціональних сферах. Виконання всіх названих у табл. 3.1 вимог до пакування може бути реалізоване лише інтегрованим, цілісним способом їх розгляду.

Таблиця 3.1

Відповідність вимог пакування до окремих функціональних сфер

Функції пакування		Вимоги до пакування
Функція збереження		термостійкість щільність стійкість до корозії безпильність хімічна нейтральність збереження кількості товару низька займистість
		стійкість форми ударостійкість амортизація міцність на стиск міцність на розрив
	Функція складування й транспортування	придатність для штабелювання стійкість проти ковзання нормативність сприятливість до автоматизації утворення одиниць
Функція збуту		
		економічність
	Ідентифікаційна й інформаційна функція	привабливість інформативність ідентифікація розрізнення
		просте відкривання придатність для повторного закривання
	Функція застосування	багаторазове використання екологічність легка утилізація гігієнічність

Пакування містить у собі всі операції з утворення пакування. DIN 55405 (Deutsches Institut für Normung – Німецький інститут по стандартизації) частина 6, визначає впаковування в такий спосіб:

«Пакування – це виготовлення упаковки або пакувальної одиниці шляхом з'єднання впакованої продукції з пакувальним матеріалом із

застосуванням методів упакування при використанні пакувальних машин і пристроїв або вручну». Виділяють такі методи пакування: асептичне впаковування, складання, обгортання, заповнення, запечатування, загортання у фольгу й фіксація. Техніка пакування використовується надалі як синонім до поняття утворення пакувальної одиниці.

Техніка пакування повинна бути відмежована від утворення вантажних одиниць.

Утворення вантажних одиниць містить у собі об'єднання штучних вантажів і пакувальних одиниць для раціонального користування, складування й відправлення вантажів. При цьому звичайно застосовуються допоміжні засоби завантаження.

Для досягнення логістично виправданого матеріального потоку й мінімізації процесів обігу усередині транспортного ланцюга необхідно організовувати вантажі за таким керівним принципом:

$$\begin{aligned} \text{Одиниця вантажу} &= \text{виробнича одиниця} = \text{одиниця складування} = \\ &= \text{одиниця транспортування} = \text{одиниця продажу}. \end{aligned}$$

Вищеназаний постулат, який, незважаючи на свій ідеалізований зміст, має дуже важливе значення, передає прагнення техніки пакування до утворення вантажних одиниць. Однак повноцінне втілення цього постулату у всіх випадках, як правило, не є можливим.

Техніка утворення пакувальних і вантажних одиниць покриває різноманітні сфери діяльності. Вона повинна сприяти здійсненню логістично виправданого матеріального й інформаційного потоку усередині транспортного ланцюга й послідовно використовувати до кінця всі наявні раціоналізаторські потенціали. У зв'язку із цим мова йде про вибір пакувальних матеріалів, допоміжних пакувальних і вантажних засобів і засобів фіксації вантажних одиниць, організації й оптимізації пакування, визначення параметрів пакувальної системи й також утворення вантажних одиниць. Необхідно вибрати метод пакування, розробити й застосувати пакувальні машини й машини для утворення вантажних одиниць, спланувати й реалізувати пакувальні установки.

У техніці пакування й утворенні вантажних одиниць все частіше застосовуються технології автоматизації. Такі сфери діяльності, як вибір пакувальних засобів за допомогою СОД (системи обробки даних) (експертні системи), програмне утворення й оптимізація вантажних одиниць, симуляція властивостей пакувальних засобів, симуляція транспортних навантажень на пакувальні одиниці, організація пакування за допомогою САД (computer-aided design – система автоматизованого проектування) і автоматизована фіксація вантажів, що транспортуються, згадані лише частково. Названі проблемні

сфери пакування й утворення вантажних одиниць для різних вантажів указують на сильно зросло значення техніки пакування й утворення вантажних одиниць усередині ланцюга матеріального потоку. Помітна тенденція багаторазового використання зворотного пакування безсумнівно лише підсилиться найближчим часом. Цей вид пакування знижує кількість відходів і може бути екологічним.

3.1.2. Систематика утворення пакувальних і вантажних одиниць

3.1.2.1. Визначення понять. Використовувані в техніці пакування й утворенні вантажних одиниць поняття часто використовуються неточно. Наприклад, можна по-різному інтерпретувати поняття *штучний вантаж*. На рис. 3.1 у формі органіграми наведено зв'язки між пакувальною одиницею, вантажною одиницею, вантажем і штучним вантажем. При цьому використовувані поняття мають такі значення:

– «*Штучний вантаж* – це індивідуалізований вантаж, до якого звертаються поштучно і який розглядається поштучно в транспортній інформації». Проте, виходячи з табл. 3.1, штучний вантаж може бути як упакованим, так і неупакованим. Пакувальні одиниці також є штучними вантажами. Але і вантажні одиниці є штучними вантажами, оскільки вони відповідають своєму визначенню.

– «*Пакувальна одиниця* – це результат з'єднання вантажу, що впаковується, і упаковки вона придатна для індивідуального відправлення». Останнє доповнення відрізняє пакувальну одиницю від тари, що в іншому випадку також складається з вантажу, що впаковується, і упаковки. Поняття «пакувальна одиниця» й «тара» використовуються як синоніми.

– «*Вантажні одиниці* – це вантажі, об'єднані вантажозахоплювальним пристроєм з метою перевалки».

– «*Вантаж* – це кількість товарів або вантажних одиниць на одиницю транспортних засобів».

– «*Пакування* – це загальне поняття для сукупності застосовуваних у пакувальному господарстві засобів і методів для виконання завдання впакування. У більш вузькому сенсі це загальне поняття для сукупності пакувальних засобів і допоміжних пакувальних засобів».

– «*Пакувальний допоміжний засіб* – це збірне поняття для допоміжних засобів, які разом з пакувальними засобами служать для впаковування, наприклад, для запечатування пакувальної одиниці. Вони можуть у випадку потреби використовуватися самотійно, наприклад, при формуванні одиниці відправлення вантажу».

– «*Пакувальний матеріал* – це матеріал, з якого виготовляються пакувальні засоби й допоміжні пакувальні засоби».

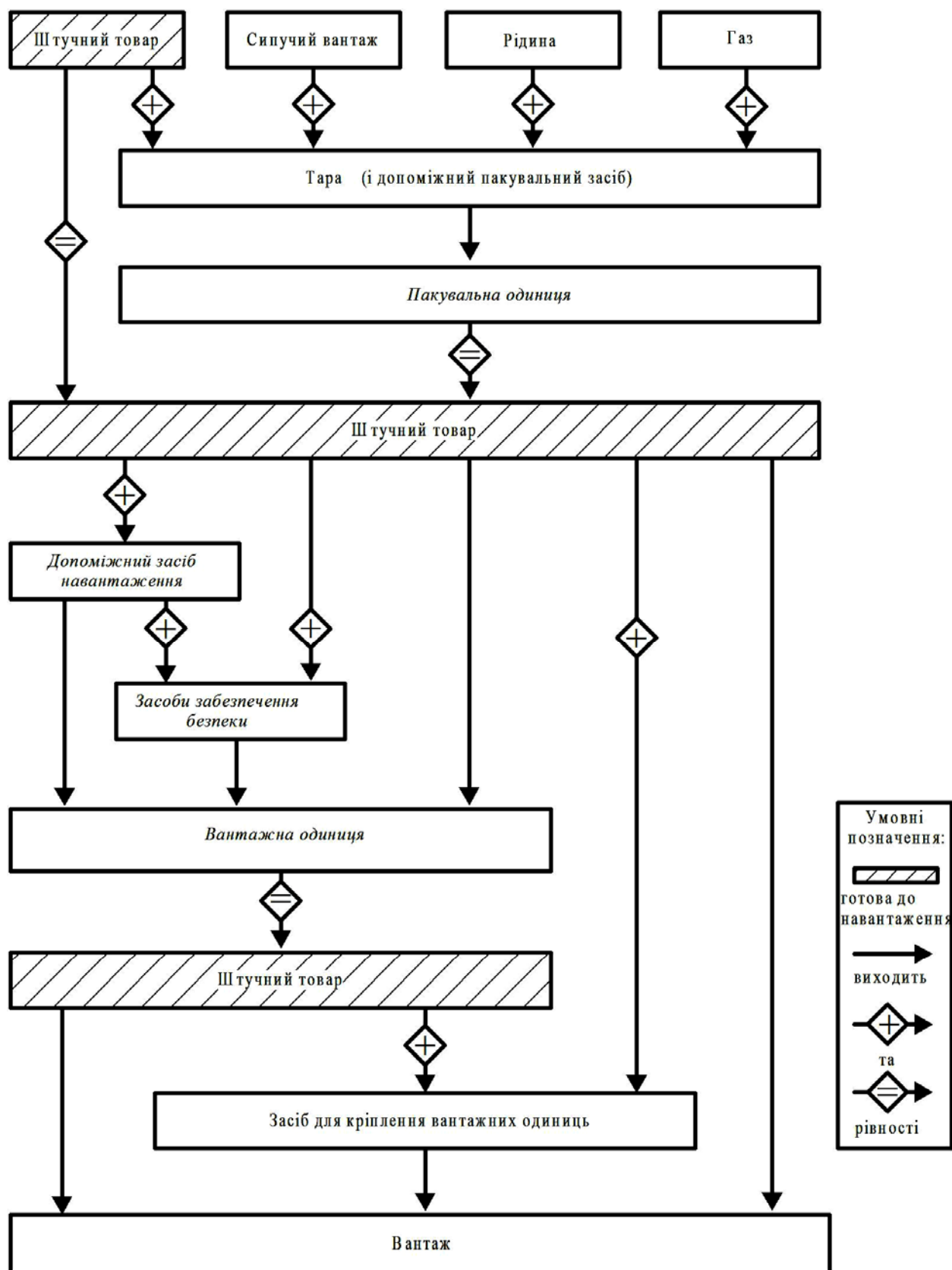


Рис. 3.1. Утворення пакувальних і вантажних одиниць і вантажів

– «Вантажозахоплювальний пристрій – елемент вантажопідйомних машин, який об'єднує вантажі у вантажну одиницю». Як синонім використовується поняття «допоміжний навантажувальний засіб», що є ще більш універсальним за природою, оскільки існують пристрої, що огорожують і замикають допоміжні навантажувальні засоби.

Засоби для кріплення вантажних одиниць служать для фіксації вантажів і часто застосовуються разом з допоміжними навантажувальними засобами. Є також вантажні одиниці без допоміжних навантажувальних засобів, наприклад, в'язка мішків, які формуються в одну вантажну одиницю лише із застосуванням термопосадкової плівки.

3.1.2.2. Систематика. На рис. 3.2 наведено класифікацію основних засобів для утворення пакувальних і вантажних одиниць.

При утворенні пакувальних одиниць виділяють основні й допоміжні пакувальні засоби. Аналогічно при утворенні вантажних одиниць виділяють допоміжні навантажувальні засоби й засоби для кріплення вантажних одиниць. Пакувальному й допоміжному пакувальному засобам даються визначення.

Допоміжні пакувальні засоби підрозділені, відповідно до їхньої функції, на загальні допоміжні пакувальні засоби, допоміжні засоби для запечатування, оздоблювальні, маркувальні засоби, засоби для кріплення, для захисту від окислювання, осушувачі, а також оббивні засоби.

Після завершення утворення пакувальних одиниць застосовуються, як правило, допоміжні навантажувальні засоби або вантажозахоплювальні пристрої для утворення вантажних одиниць. Тут доцільно розрізняти до-

поміжні навантажувальні засоби залежно від їхньої функції. Існують такі допоміжні навантажувальні засоби:

- з несучою функцією (наприклад, піддони);
- з несучою й огорожувальною функцією (наприклад, сітчасті піддони);
- з несучою, огорожувальною й замикаючою функцією (наприклад, контейнери, танкпалети).

Засоби для кріплення вантажних одиниць захищають вантажні одиниці від зісковзування, деформації пакувальних одиниць, впливу навколишнього середовища й т. ін. Вони, як правило, не використовуються повторно після застосування. Однак застосовуються й засоби для кріплення вантажних одиниць багаторазового використання. У принципі, пакувальні засоби, допоміжні навантажувальні засоби й засоби для кріплення вантажних одиниць можуть бути використані багаторазово або лише один раз.

Засоби та допоміжні засоби для формування упаковки і навантажувальних одиниць										
Формування упаковки					Формування навантажувальних одиниць					
Допоміжні пакувальні засоби					Допоміжні навантажувальні одиниці					
Пакувальні засоби	Загальні допоміжні	Закріплювальні	Оздоблювальні маркувальні та захисні	Захист від окислення та сорбенти	Набивний матеріал	Опорові	Огороджувальні	Заклучні	Багаторазового використання	Одноразового використання
Пакети Жерстяні банки Діжки Пляшки Ящики Закриті ящики Мішки Коробки Рейкові ящики Лотки Тюбики Банки	Навивна обшивка Кабельний барабан Котушка ♦ ♦ ♦	Скоба Заглушка Ушльнювача стрічка Кільцева прокладка Скрепка Кромка Скотч Лаковий ушльнювач Хомут Пакувальна стрічка Обшивка Мембрана	Етикетка Бандероль Постійна етикетка Маркувальні засоби Обгортальна етикетка Пломба Контр-етикетка Захисні засоби Захисне кільце Печатка Товарний знак Декоративна капсула	Блакитний гель Інгібітор Селікогель Анти-окислювачі Сорбенти ♦ ♦ ♦	Кутіві подушки Чохол для пляшки Гумові накладки Умволосна набивка М'яка деревна стружка Пеньковий канат Повітряні подушки Штучне хутро Пінопласт Стиропор Скловата Целюлозна вата ♦ ♦ ♦	Палети Ship-sheet Флет Лоток для виробу ♦ ♦ ♦	Решітчатий піддон Палета з тин. вріпаним стійком Суцільний піддон ♦ ♦ ♦	Кон. для внутр. перевезень ISO-контейнер Авіаційний контейнер Заправний контейнер Зі змінним кузовом ♦ ♦ ♦	Штабелеукладацький Еластична стрічка Голови, убір та накидка Захисна кромка Кріпильний ремінь ♦ ♦ ♦	Захист від ковзання Скотч Клей Пластикові стрічка Усадкова плівка Мотузка Сталевий обід Еластична плівка Проміжний вагон ♦ ♦ ♦

Рис. 3.2. Класифікація основних і допоміжних засобів для утворення пакувальних і вантажних одиниць

3.1.3. Техніка пакування

Вихідним матеріалом всіх пакувальних засобів є пакувальний матеріал, який підрозділяється на заготовчий й незаготовчий (наприклад, фольга, сітка, аркуш і т. д). Виділяють такі класи матеріалів: скло, деревина, кераміка, пластмаса, метал, папір, картон, а також текстильні пакувальні матеріали. В останні роки збільшилася кількість і вартість пакувальних матеріалів в декілька разів. Це має особливе значення для усе більш важливої проблематики утилізації відходів.

Для пакування застосовується велика кількість пакувальних засобів (рис. 3.3).

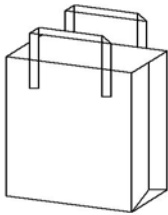
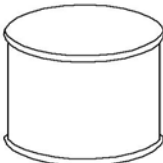
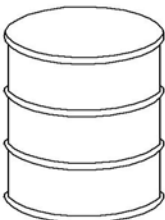

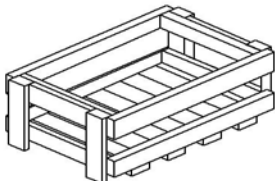
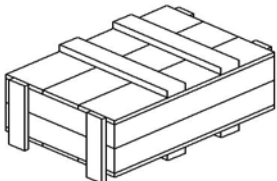
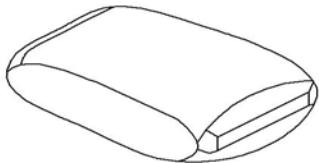
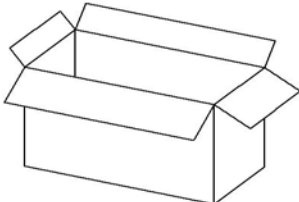
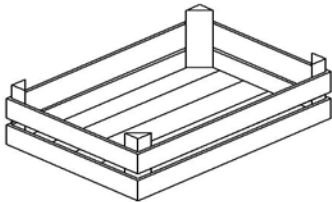
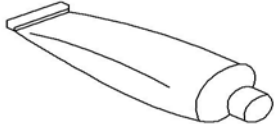
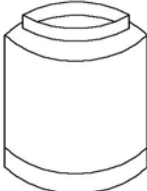
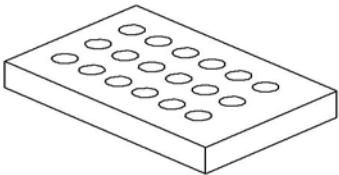
		
Пакет	Жерстяна банка	Діжка
		
Пляшка	Ящик	Закритий ящик
		
Мішок	Коробка	Рейковий ящик
		
Тюбик	Банка	Лоток

Рис. 3.3. Приклади часто використовуваних пакувальних засобів

Наведемо декілька визначень пакувальних засобів:

– *Пакет* – м'який пакувальний засіб, що утворює просторову форму, площею в основному менше 2 700 см².

– *Банка* – пакувальний засіб, що має форму циліндра, призми, у формі усіченого конуса або піраміди, об'ємом 10 л.

– *Бочка* – пакувальний засіб циліндричної або параболічної форми, придатний для катання й виготовлений з різних матеріалів.

– *Пляшка* – пакувальний засіб переважно з вузькою горловиною, що може бути виготовлений з різних матеріалів, таких, як скло, метал, пластмаса, і що закривається різними способами (корки, кронен-пробки, нагвинчувані кришки).

– *Ящик без кришки* – штабельований пакувальний засіб без кришки.

– *Ящик з кришкою* – пакувальний засіб, що виготовлений як правило, з деревини і має дно, дві бічні і дві торцеві стінки і кришку, які міцно з'єднані один з одним.

– *Мішок* – м'який пакувальний засіб, що утворює просторову форму площею як правило, більше 2 700 см².

– *Коробка* – пакувальний засіб, що складається з однієї або декількох деталей і має в основному форму паралелепіпеда, що закривається; буває різних типів конструкції, моделей, форм поставки. Назву *картонка* вживати не слід.

– *Лоток* – штабельований, стійкий пакувальний засіб для транспортування й зберігання швидкопсувних продуктів харчування (наприклад, овочів, фруктів і свіжої риби). Не являє собою закриту форму; як і ящик, виготовляється в основному з деревини.

– *Туба* – пакувальний засіб із круглим або овальним поперечним перерізом, який на одному кінці має отвір, що закривається (шийка туби), а на іншому – фальцеве з'єднання або зварний шов, що потребує стискання для випорожнення.

– *Широкогогорла банка* – пакувальний засіб зі скла із широким горлом.

Усе частіше в торгівлі використовується пакування в *лотки*, у які поміщають кілька пакувальних одиниць, що можуть бути практично відразу виставлені на полиці магазинів як продажне пакування. Вони також виконують привабливу й сприятливу функцію збуту. Прикладом лотків є пакування для йогурту із круглими впорядкованими отворами для стаканчиків йогурту. Лоток істотно зменшує кількість маніпуляцій.

Важливе значення має модуляризація пакування. Оскільки пакувальні одиниці, як правило, узагальнюються у вантажні одиниці, а ті, у свою чергу, у вантажі, то пакувальні модулі варто погоджувати за площею й висотою з розмірами допоміжних навантажувальних засобів і транспортних засобів. У наш час такі модулі розроблені. За площею вони відповідають площі

піддонів 400×600 мм, 800×1200 мм і 1000×1200 мм, а також ширині транспортного засобу (вантажного автомобіля, залізничного вагона) або контейнера. За висотою модулі розраховані на максимальну висоту транспортного засобу. Тільки так можна побудувати економний простір і площу для вантажних одиниць й вантажів. Але і у разі універсального застосування пакувальних машин і засобів обробки неможливо відмовитися від модулів пакування. Це стосується й дотримання припустимих відхилень, без чого немислимі майбутні автоматизовані концепції матеріального потоку.

Пакування штучних і сипучих вантажів, таких, як і рідини і гази, здійснюється, як правило, пакувальними машинами, оснащеними дуже високими в кінематичному плані передавальними механізмами. Вони забезпечують виконання трудомістких і комплексних операцій при впаковуванні. Пакувальні машини класифікують із технологічної й функціонально-технічної точок зору. Технологічна класифікація виділяє три *основні групи*:

1) машини для виробництва споживчого пакування (тобто пакування, що потрапляє безпосередньо в даній формі до споживача);

2) машини для виробництва транспортного пакування (пакування, яке необхідне лише для транспортування вантажу);

3) машини для виробництва вантажних одиниць.

Функціонально-технічна класифікація орієнтується на п'ять *видів машин*:

- формувальні;
- наповнювальні;
- закупорювальні;
- наповнювальні закупорювальні;
- формуваль-наповнювальні закупорювальні.

Ці види машин відносяться головним чином до перших двох основних груп технологічної класифікації.

Як приклад можна навести такі пакувальні машини: машини для наповнення банок, пляшок; машини для закупорювання пляшок; машини для наповнення й запечаткування коробок; машини для наповнення й закупорювання туб; обгорткові машини (наприклад, для шоколаду, цукерок, печива, масла); машини для впакування плоских пакетів (наприклад, для нарізання сиру й ковбаси); палетопакуювальні; машини для розвантаження палет; машини для обв'язування; машини для усадкового й еластичного покриття.

Ретельне планування й метод дії при утворенні пакувальних одиниць у кожному випадку виправдані в умовах зростаючих транспортних витрат. Так, згідно зі статистичними даними, збиток при транспортуванні значно зріс. Цей факт пояснюється збільшенням кількості перевезених вантажів, причому збиток щодо окремих пакувальних одиниць знизився за рахунок кращого пакування. Інші дослідження показали, що близько 70–80 % транспортних

витрат можна було уникнути. Велику роль у цьому відіграє відповідний вибір і організація пакування.

3.1.4. Утворення вантажних одиниць

Вантажні одиниці формуються, як правило, з багатьох пакувальних одиниць. При цьому, в основному, застосовуються допоміжні пакувальні засоби й засоби для кріплення вантажних одиниць. На рис. 3.4 наведено, однак, і альтернативні варіанти.

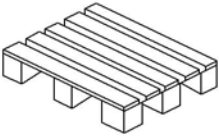
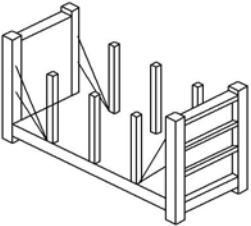
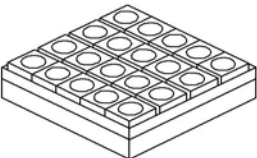
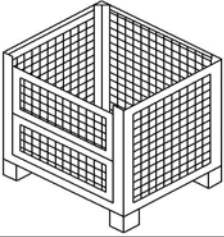
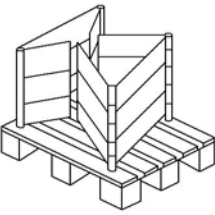
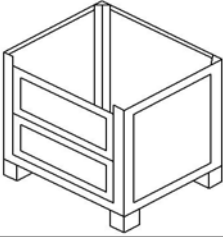
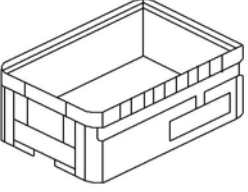
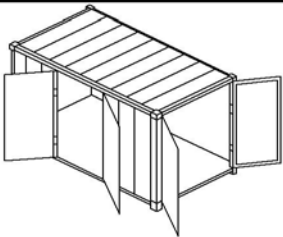
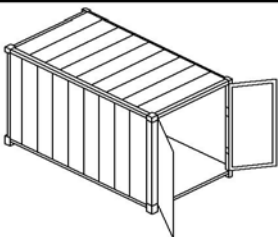
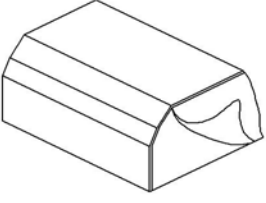
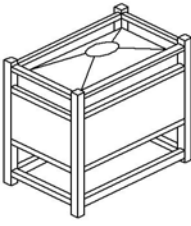
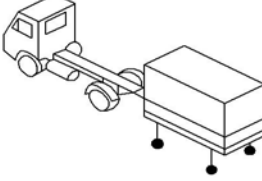
		
Піддон (палета) 800 x 1200 мм	Контейнер-платформа 6058 x 2438 мм	Палета для виробів 600 x 800 мм
		
Сітчастий контейнер 800 x 1200 мм	Піддон зі складн. бортами 800 x 1200 мм	Бокс-палета 800 x 1200 мм
		
Контейнер 306 x 584 мм	Внутрішньоєвроп-ий контейнер 6058 x 2500 мм	ISO-контейнер 6058 x 2438 мм
		
Авіаційний контейнер 2000 x 2940 мм	Танк-контейнер 800 x 1200 мм	Змінна грузова платформа 6250 x 2500 мм

Рис. 3.4. Приклади найважливіших допоміжних навантажувальних засобів

Вантажні одиниці. Вантажні одиниці утворюють лише на обмежений відрізок часу. Хоча їхнє утворення й сполучене з додатковими витратами, але при цьому вони мають значні переваги перед пакувальними одиницями. Ці переваги пов'язані з раціональним оборотом усередині транспортного ланцюга завдяки утворенню більшого штучного вантажу, вигідним застосуванням засобів складування, транспортування й обороту, а також загальним зниженням витрат матеріального потоку й підвищенням рівня сервісу доставки. На рис. 3.4 показані допоміжні навантажувальні засоби.

Несучі допоміжні навантажувальні засоби. Піддони з несучою функцією відомі в різних формах (плоскі, стійкові піддони, піддони на колесах), розмірах (400 × 600 мм, 600 × 800 мм, 800 × 1200 мм і 1000 × 1200 мм) і з різних матеріалів (деревина, пластмаса, метал). У Німеччині найпоширеніші європалети з дерева розмірами 800 × 1200 мм і так звані хімічні піддони розмірами 1000 × 1200 мм. Штабельованість залежить від виду вантажу. Плоскі піддони розмірами 600 × 800 мм, 800 × 1200 мм і 1000 × 1200 мм нормуються в DIN. Піддони на колесах – це плоскі піддони з роликowymi підставками, які крім іншого використовуються в складах з одnobічними й двобічними поличними стелажам. При використанні піддонів в автоматизованих системах матеріального потоку необхідно звертати увагу на належний стан піддонів, що поставляються при надходженні продукту, щоб уникнути ушкоджень, наприклад заклинювання дефектного дерев'яного піддона у двобічних стелажих.

Slip Sheet (також відомий як транспортний аркуш) – це пластмасова підкладка для штабелювання, що дозволяє виловити автотранспортувачу зі спеціальним вантажозахоплювальним пристроєм піднімати або рухати вантажні одиниці. Її перевага в порівнянні з європалетами – це більш економне використання простору при рівній площі поверхні (800 × 1200 мм). Штабелерованість залежить від вантажу.

Контейнер-платформа – це відкрита транспортна платформа, що застосовується, в основному, у позавиробничому транспортуванні більших за обсягом й нечутливих до впливів вантажів. Контейнер-платформа має, як правило, габарити ISO-контейнера (10, 20, 30 і 40 футів завдовжки й 2 438 мм завширшки). Є контейнери зі складними постійними стійками й без них. Стійки уможливають штабелювання контейнерів-платформ.

Пристосування для затискача виробів часто використовуються для внутрішньовиробничого транспортування від машини до машини. Нештабельовані вироби упорядковано встановлюються за допомогою підігнаних жолобків і заготовок. Пристосування для затискача виробів останнім часом пропонуються в модулярних, часто нормованих габаритах (400 × 600 мм, 600 × 800 мм, 800 × 1200 мм), і нерідко виконані штабельованими.

Навантажувальні засоби, що огорожують допоміжні. Сітчасті контейнери (гіттербокси) звичайно служать для складування нештабельованих дрібних вантажів. Вони мають три постійні сітчасті стінки й одну частково знімну передню стінку. Їхні габарити відповідають габаритам плоских піддонів (800×1200 мм і 1000×1200 мм). Вони завжди штабельовані й можуть бути підняті за допомогою крана.

Піддони зі складними бортами мають однакові із сітчастими контейнерами характеристики, тобто вони також штабельовані, проте відрізняються у вигідну сторону складними, підігнаними до розміру піддона (як правило, 800×1200 мм) бортами, які забезпечують високий ступінь використання простору при русі порожняком.

Бокс-палети щільно огорожують вміст вантажу від зовнішнього впливу, оскільки їхні стінки складаються не із сітки, а із цілих пластин.

Замкнені допоміжні навантажувальні засоби. Великовантажні контейнери являють собою замкнені допоміжні навантажувальні засоби. Відповідно до їхньої місткості розрізняють малі, середні й більші контейнери. Більші контейнери вміщають до 14 європалет на одній площині, причому, на жаль, габарити піддонів і контейнерів часто не відповідають модулярному принципу. При перевалці контейнерів сам вантаж не піддається перевалці. *Внутрішньоєвропейські контейнери* – це допоміжні навантажувальні засоби з металу, які довгостроково зберігають свої характеристики й тому можуть бути використані багаторазово. Вони нормуються на 10, 20, 30 і 40 футів завдовжки. Внутрішньоєвропейські контейнери мають, на відміну від ISO-контейнерів, крім задніх дверей також бічні двері. Завдяки формі із внутрішньоєвропейськими контейнерами можна поводитися так само, як і з ISO-контейнерами. Внутрішньоєвропейські контейнери не залишають межі Європи.

ISO-контейнери бувають чотирьох видів: 10-, 20-, 30- і 40- футовими за довжиною. Вони мають лише одні торцеві двері й тому їх складніше завантажувати. ISO-контейнери застосовуються по усьому світі на контейнерних судах.

Авіаційні контейнери підрозділяють на два класи: Main Deck і Lower Deck. У Німеччині найпоширеніші 10-футові (2930×2280 мм) і 20-футові (5940×2280 мм) контейнери класу Main Deck, а також LD 3 (1440×1460 мм) і LD 7 (2000×2940 мм) контейнери класу Lower Deck. На рис. 3.4 наведено LD 7-контейнер, що, з міркувань економії ваги, відкритий з боків. При транспортуванні ці отвори закриваються брезентом або сітками. Всі авіаційні контейнери виготовлені з легкого сплаву. Із цієї причини внутрішньоєвропейські й ISO-контейнери, що відрізняються високою вагою, непридатні для повітряних перевезень. До того ж їхня зовнішня форма не підходить до форми вантажного простору літака.

Танк-палети – це спеціальні піддони для рідких, газоподібних і частково для сипучих вантажів. Вони звичайно мають нормовані габарити (800 × 1200 мм і 1000 × 1200 мм), і їх можна штабелювати. На відміну від європалет, їхня конструкція має резервуар з постійними стінками.

Змінні кузови – це допоміжні навантажувальні засоби, які приймаються безпосередньо із транспортних засобів, як правило, з вантажних автомобілів. При цьому змінні кузови перевозяться вантажними автомобілями й можуть завдяки регулюванню за висотою бути встановлені на підставки. Змінні кузови забезпечують безпосередню перевалку вантажних одиниць із одного транспортного засобу на інший без розвантаження й навантаження вантажу. Крім того, вони дозволяють досягти ощадливої й компактної буферизації. Закриті змінні кузови називають змінними контейнерами, вони нормуються згідно з DIN 70013. Додатково є ціла безліч різних змінних кузовів, таких, як змінні бортові платформи, змінні кузови-фургони, змінні кузови-цистерни й т. ін.

Але до сьогоденішнього часу, на жаль, не існує загальних модульних габаритів для піддонів, контейнерів, змінних кузовів, навантажувальної площі вантажних автомобілів і залізничних вагонів. Так, при завантаженні 20-футового внутрішньоєвропейського контейнера максимально припустимими 14 європалетами досягається ступінь використання площі лише 95,3 %. У 40-футовому контейнері це 93,7 %. Подібні проблеми виникають щодо габаритів навантажувальної площі вантажних автомобілів або залізничних вагонів. У табл. 3.2 наведено зовнішні й внутрішні розміри внутрішньоєвропейських і ISO-контейнерів, а також причепів і змінних кузовів, причому щодо максимального числа піддонів і ступеня використання площі включене припустиме навантажувальне відхилення в 5 мм на сторону піддона. Наведені ступені використання площі показують необхідність взаємно погодженої модуляризації.

Засоби для кріплення вантажних одиниць. Найважливішими з найбільш часто застосовуваних способів кріплення вантажних одиниць є:

- обв’язування;
- пакування в термопосадкову плівку;
- пакування в стретч-плівку.

При обв’язуванні вантажна одиниця обвивається пакувальною стрічкою із пластику або металу. Сила натягу пакувальної стрічки діє як сила стиску на пакувальну одиницю й попереджає в такий спосіб зрушування. Стрічки із пластику мають більш різноманітне застосування, оскільки вони краще підбудовуються під зміни форми й довжину пакувальної одиниці, ніж металеві. При обв’язуванні часто застосовуються допоміжні засоби, такі, як засоби для захисту країв і кутів. Вони попереджають ушкодження товару щодо високої сили натягу пакувальної стрічки.

Таблиця 3.2

Проблематика розходження габаритів допоміжних
навантажувальних засобів і транспортних засобів

Варіанти конвеєрів	Зовнішні габарити		Внутрішні габарити		Максимальне число піддонів			
	Довжина	Ширина	Довжина	Ширина	800 × 1200 мм	ступінь використання площі (%)	1000 × 1200 мм	ступінь використання площі (%)
Внутрішньоєвропейський контейнер	12,192	2,500	12,000	2,440	28	93,7	22	91,8
	6,058	2,500	5,900	2,440	14	95,3	10	84,9
ISO-контейнер	12,192	2,438	11,998	2,330	24	84,1	21	91,8
	6,058	2,438	5,867	2,330	11	78,9	10	89,4
Змінний контейнер	6,250	2,500	6,100	2,425	15	99,4	12	99,1
	7,150	2,500	7,050	2,425	17	97,5	14	100,0
Вантажний причіп	8,300	2,500	8,200	2,425	20	98,6	16	98,3
Напівпричіп	12,500	2,500	21,400	2,425	30	97,8	24	97,5

Виділяють три основних принципи обв'язування: з розподільними пластинами; без розподільних пластин і діагональне. Перші два методи передбачають, що пакувальна стрічка обвивається горизонтально або вертикально навколо вантажної одиниці, частково оснащеної розподільними пластинами, щоб рівномірно передати виниклу на стрічці силу стиску на вантаж. При третьому методі стрічка натягається на вантажну одиницю діагонально.

При пакуванні в термопосадкову плівку на вантажну одиницю натягається полімерна плівка (товщиною близько 25–150 μm), зовнішній вигляд якої може бути різним. Вона згодом дає усадку завдяки термообробці при температурі від 180 до 220 $^{\circ}\text{C}$, наприклад, у печі для термопосадки плівки. Після остигання плівки підвищується стабільність пакувальної одиниці. Переваги методу термопосадки полягають в універсальній його застосовності й у прозорості полімерної плівки. Існують, правда, й чорні термопосадкові плівки, які часто використовуються через запобігання крадіжок. Метод термопосадки дає також можливість успішно кріпити транспортні і вантажні одиниці із важких пакувальних одиниць шляхом з'єднання їх з піддоном. Крім того, вантажні одиниці, які захищені водонепроникними термопосадковими чохлами, можуть зберігатися обмежений час на відкритому повітрі. При цьому, однак, необхідно брати до уваги утворення конденсату при коливаннях температури й вологості повітря. Недоліками методу термопосадки є високі витрати на зовнішні пристрої (джерела тепла у вигляді печей, рамок,

тунелів для термопосадки). До того ж не виключене завдання збитків якості або навіть ушкодження товару при термічній обробці.

При кріпленні вантажних одиниць за допомогою стретч-плівки (товщина близько 17–50 μm) полімерна плівка не нагрівається, а лише обмотується навколо одиниці на піддоні. Звичайно вантажна одиниця при цьому обертається на поворотному столі стільки разів, скільки потрібно для того, щоб намотана плівка досить щільно обхоплювала вантажну одиницю. Застосовуються, однак, і пристрої, у яких вантажна одиниця нерухлива, а плівка спіралеподібно рухається навколо її. Необхідний попередній натяг плівки уможливорює кріплення лише стабільних пакувальних в'язок, фіксованих за рахунок високого коефіцієнта тертя. Прикручення піддона до існуючої вантажної одиниці можливе лише за допомогою дорогих спеціалізованих машин і тому дуже рідко реалізується. Пакування в стретч-плівку виправдане, так само, як і обв'язування, лише при середній і високій частоті надходження замовлень на утворення вантажних одиниць. Навпаки, при рідких замовленнях можливе пакування в термопосадкову плівку за допомогою ручного термофена.

3.1.5. Критерії вибору й порівняння систем

Табл. 3.3 відповідає на запитання оптимального використання різних пакувальних засобів залежно від використаних пакувальних матеріалів.

Таблиця 3.3

Критерії вибору для зразкових пакувальних засобів
за класами матеріалів

Критерії оцінки і вибору Матеріали для пакування та види пакування		Об'єм, л	Функція захисту			Види вантажу					
			Механічний вплив	Кліматичний вплив	Біологічний вплив	Крупний	Дрібний	Сипкий	Пастозний	Рідкий	Газоподібний
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Папір	Коробка	—	●	●	○	●	●	○	○	○	○
	Мішок (закритий)	—	○	○	○	○	●	●	●	○	○
	Пакет	—	○	○	○	●	●	●	○	○	○
	Лоток	—	●	●	○	○	●	○	○	○	○
Деревина	Ящик без кришки	—	●	●	●	●	●	●	●	○	○
	Ящик	—	●	●	●	●	●	○	○	○	○
	Діжка	250	●	●	●	○	●	●	●	○	○
	Рейковий ящик	50	●	○	○	●	●	○	○	○	○

Продовження табл. 3.3.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Скло	Широкогорла банка	5	●	●	●	○	●	●	●	●	○
	Пляшка	1	●	●	●	○	○	○	○	●	○
Метал	Ящик без кришки	200	●	○	○	●	●	○	○	○	○
	Бочка	300	●	●	●	○	○	○	●	●	○
	Банка	5	●	●	●	●	●	●	●	●	○
	Туба	1	●	●	●	○	○	○	●	○	○
Пластмаса	Ящик без кришки	150	●	●	○	●	●	○	○	○	○
	Мішок	200	○	○	●	●	●	●	●	○	○
	Бочка	200	●	●	●	○	○	○	○	●	○
	Пакет	10	○	○	●	●	●	●	●	●	○
	Банка	5	●	●	●	○	○	●	●	●	○
	Туба	1	●	●	●	○	○	○	●	○	○

Умовні позначення: ● – задовольняє; ● – умовно задовольняє; ○ – неприйнятно; – – немає даних

Критерієм оцінки тут є виконання *функції захисту* від таких впливів:

- механічно обумовлених (ознаки пошкодження, такі як деформації, вм'ятини, тріщини, надриви);
- кліматично обумовлених (ознаки збитку, як, наприклад, руйнування від нагрівання, втрати на випар, плями від вологи, склеювання);
- біологічно обумовлених (пошкодження через поразку мікроорганізмами й т. ін.).

Великого значення при розгляді економічних і правових наслідків більших витрат при впаковуванні, транспортуванні, перевалці або складуванні набуває виконання названих функцій захисту. До того ж через постійно зростаючі вимоги до якості з боку клієнта або приймальника, пошкодження впакованого вантажу нерідко ведуть до зниження обсягу збуту через втрату іміджу. Наступним критерієм оцінки була *придатність* пакувального засобу для різних видів товарів. Табл. 3.3 містить також дані про найбільш часто використані в кожному випадку величини виміру даного пакувального засобу.

Системно-технічному порівнянню були піддані три найважливіших методи кріплення вантажних одиниць: обв'язування, пакування в термопосадкову плівку й пакування в стретч-плівку (табл. 3.4). Це порівняння включає виконання функцій захисту, придатність для різних видів і форм пакувальних і вантажних одиниць, а також умовні характеристики.

Таблиця 3.4

Системне порівняння обв'язування, пакування
термопосадковою і стретч-плівкою

Вид кріплення вантажних одиниць		Обв'язу- вання	Пакування в термопосад- кову плівку	Пакування в стретч-плівку
Критерії вибору та сфери застосування				
Функція захисту	Крадіжка	○	●	●
	Вологість	○	●	○
	Високе транспортне навантаження	◐	●	○
	Пил	○	●	◐
	Термостійкість	●	●	○
	Стійкість проти ковзання	◐	◐	●
	Стійкість до УФ- випромінювання	○	●	○
Пакувальні одиниці	Коробки	●	●	●
	Ящики	●	◐	◐
	Мішки	○	●	○
	Бочки	●	○	○
	Широкогорлові банки	●	●	○
	Легкі	○	◐	●
	Важкі	●	◐	○
	Малі	○	●	●
	Більші	◐	○	○
	Непостійні	○	●	◐
Вантажні одиниці	Важкі	●	●	◐
	Високі	●	●	●
	Зв'язані	●	●	●
	Стовпчасті	◐	◐	◐
	Неоднорідні	○	●	◐
Властивості	Прості	◐	●	○
	Керування вручну	○	◐	○
	Автоматизація	●	●	●
	Економічність	●	●	●
	Привабливість	◐	●	○
	Легкість видалення	◐	○	○
	Багаторазове використання	○	○	○
	Легкість утилізації	◐	○	○
	Гігієнічність	○	●	◐
	Зменшення пакування	○	●	◐

Умовні позначення: ● – добре придатне; ◐ – умовно придатне; ○ – непридатне

На користь вибору пакування в термопосадкову плівку говорить більша широта застосування цього засобу кріплення вантажних одиниць, що, однак, як і при пакуванні в стретч-плівку, може бути визнане проблематичним в плані утилізації відходів. Проте, незважаючи на багато переваг термопосадкової плівки, інші методи кріплення вантажних одиниць також виправдані.

3.2. Складська техніка

Складування – це будь-яке планове зберігання предметів праці в потоці матеріалів. Склад – це приміщення або площа, призначена для зберігання штучного або сипучого товару, що визначається кількісно або вартістю [3, 4].

3.2.1. Завдання складів

Складами є системи матеріального потоку із завданнями створення запасів, буферизації й розподілу. Насамперед, залежно від типу вони служать для заповнення відрізка часу або для зміни структури компонування між новим надходженням і збутом.

Склад для зберігання запасів служить балансом коливань попиту, й у той же час він регулярно підготує матеріал для виробництва між двома процесами приймання вантажу упродовж тривалого проміжку часу, або приймає матеріал для розподілу між двома потоками вивантаження. Типовою відмінною рисою складу для зберігання запасів є те, що прийняття на склад і вивантаження можуть бути нерегулярними. Строк товарооборотності в складах для зберігання запасів відносно низький у порівнянні з буферним складом.

Буферний склад вирівнює коливання між прийняттям на склад і вивантаженням у коротких інтервалах часу й часто служить тимчасовим перекриттям між різною черговістю виробничих процесів у виробництві. Характерною ознакою буферних складів є незначні коливання кількості процесів складування й вивантаження за одиницю часу. Досяжні строки товарооборотності відповідно високі. Склад для зберігання запасів і буферний склад служать переважно для заповнення періоду часу.

Розподільний склад (центр), навпаки, сумісно з поповненням запасів виконує завдання зміни компонування одиниці вантажу між прийманням і вивантаженням. До того ж на цих складах відбувається перевірка (інспекція) вантажу. Розподільні склади застосовуються не тільки в індустріальних підприємствах, але й у сховищах для сировини, складах закупних компонентів і готових виробів. І застосовуються тоді, коли тільки підмножини окремих одиниць вантажу є необхідними. Крім цього вони являють собою найчастіше застосовуваний тип складів у торговельних підприємствах. Вони демонст-

рують відносно регулярне приймання і вивантаження різних одиниць вантажу. Строки товарооборотності можуть бути дуже різними.

У минулому поняття «склад» – тлумачили як статичне довгострокове зберігання. Центральні великі склади сьогодні – це динамічні склади, у яких перебувають товари з коротким і доступним для огляду часом перебування. Склади, до яких також відносяться склад для зберігання запасів і розподільний склад, є більшою мірою інтегральною складовою частиною загальної системи матеріалопотоку й часто впорядковані децентралізовано або централізовано у виробництві. Внаслідок впровадження комп'ютерів для організації й керування складом середньостатистичний час перебування одиниці вантажу й обсяг запасів у складах і буферних зонах виробництва може істотно зменшитися.

Тенденція рухається убік використання малих складів. У цьому контексті принцип *Just-in-Time* не має на увазі трансформацію складу для зберігання запасів і розподільного складу в буферний склад, а також систематичну мінімізацію запасів. Мета є досяжною тоді, коли для сировини й закуповуваних компонентів необхідні тільки маленькі склади, оскільки виробництво обслуговується значною мірою безпосередньо постачальником, і склади готових виробів мінімізуються за розмірами, коли клієнти буквально відразу можуть бути постачені. Такі розробки будуть швидко і благополучно впроваджені тільки в тих підприємствах, які показують замовлене серійне виробництво, наприклад, в автомобільній індустрії. Насамперед, якщо продукти виготовляються в штучному виробництві, то все більша кількість фірм не може відмовитися від складів в інтегрованих системах матеріалопотоку, які стають усе більше автоматизованими.

До завдань на складі також відносяться: упакування товарів і формування одиниць вантажу, а також перевалка одиниці вантажу між складом і системою матеріалопотоку або транспортною системою.

3.2.2. Класифікація складів

Велика кількість реалізованих складів явно не можуть бути зіставлені за вищевказаними завданнями. Їхня сегментація повинна бути заснована на інших критеріях.

Тип конструкції складу. У цілому, основною відмінною ознакою складів є їхній тип конструкції. Найчастіше склади зустрічаються в нерухомих будинках, які можуть бути не тільки одноярусними, але й багатоярусними. Залежно від висоти будинку склади класифікуються на низькі (< 7 м) і високі (> 12 м).

Склади, розташовані в будинках висотою до 7 м, позначаються як підлогові склади. Найчастіше вони застосовуються як склади зі статичним

зберіганням зі стелажами й без, а також можуть бути спроектовані як динамічний склад.

Якщо склад реалізований у будинку висотою понад 12 м, тоді мова йде про високий підлоговий склад. Як правило, високими підлоговими складами є склади зі стелажами, у яких обмежена штабельованість одиниці вантажу, допоміжний засіб навантаження й стійкість. У такий же спосіб вони можуть бути сконструйовані як статичний та як динамічний склади.

При висоті павільйону понад 12 м говорять про багатоярусні склади. Мова йде в більшості випадків про статичні склади зі стелажами, але також можуть використовуватися динамічні складські засоби. Дотепер самі більші реалізовані багатоярусні склади (силосні склади) мають висоту до 45 м. Обмеження підлогового й високого складів важливо насамперед у відношенні застосовуваного підйомно-транспортного устаткування.

Два, або більше розташованих один на одному складів називають ярусним складом. Принципово вони відрізняються нестачею вертикального постачання й відведення одиниць вантажу вертикальними підйомно-транспортними машинами, внаслідок чого часто виникають вузькі місця в матеріалопотоці.

Крім складів, розташованих у нерухомих будинках, існують ще такі склади: що мають силосний тип конструкції – багатоярусні стелажі для зберігання штучного (дрібного) вантажу з упакуванням, які являють собою спорудження (одне) цільового призначення й не можуть бути інакше використані для виробництва або перевалки; склади в надувному павільйоні – найчастіше підлоговий склад для зберігання штучного (дрібного) вантажу; бункери для зберігання сипучих вантажів і сховища на відкритому повітрі для несприйнятливих до атмосферних умов вантажів.

Класифікація засобів складу. Тип конструкції не може бути єдиним критерієм для класифікації різних складів, тому що численні матеріальні засоби складу різним чином підходять для використання в різних типах конструкцій. Тому класифікація складів, залежно від засобів складу (рис. 3.5), вважається доцільною.

Розрізняють склади з використанням стелажів і без них, причому в складах без стелажів застосовується *підлогове зберігання*, а в складах зі стелажами – *стелажне зберігання*. На вибір, в обох випадках, можна поєднати одиниці вантажу в блок, щоб здійснити *компактне зберігання* або розташувати у вигляді рядів із проміжками, які слугують як шляхи обслуговування й реалізують *рядне зберігання*.

При підлоговому зберіганні одиниці вантажу складають на одній площині або, за умови штабельованості, на декількох рівнях. При стелажному зберіганні вантаж принципово зберігають на декількох рівнях.

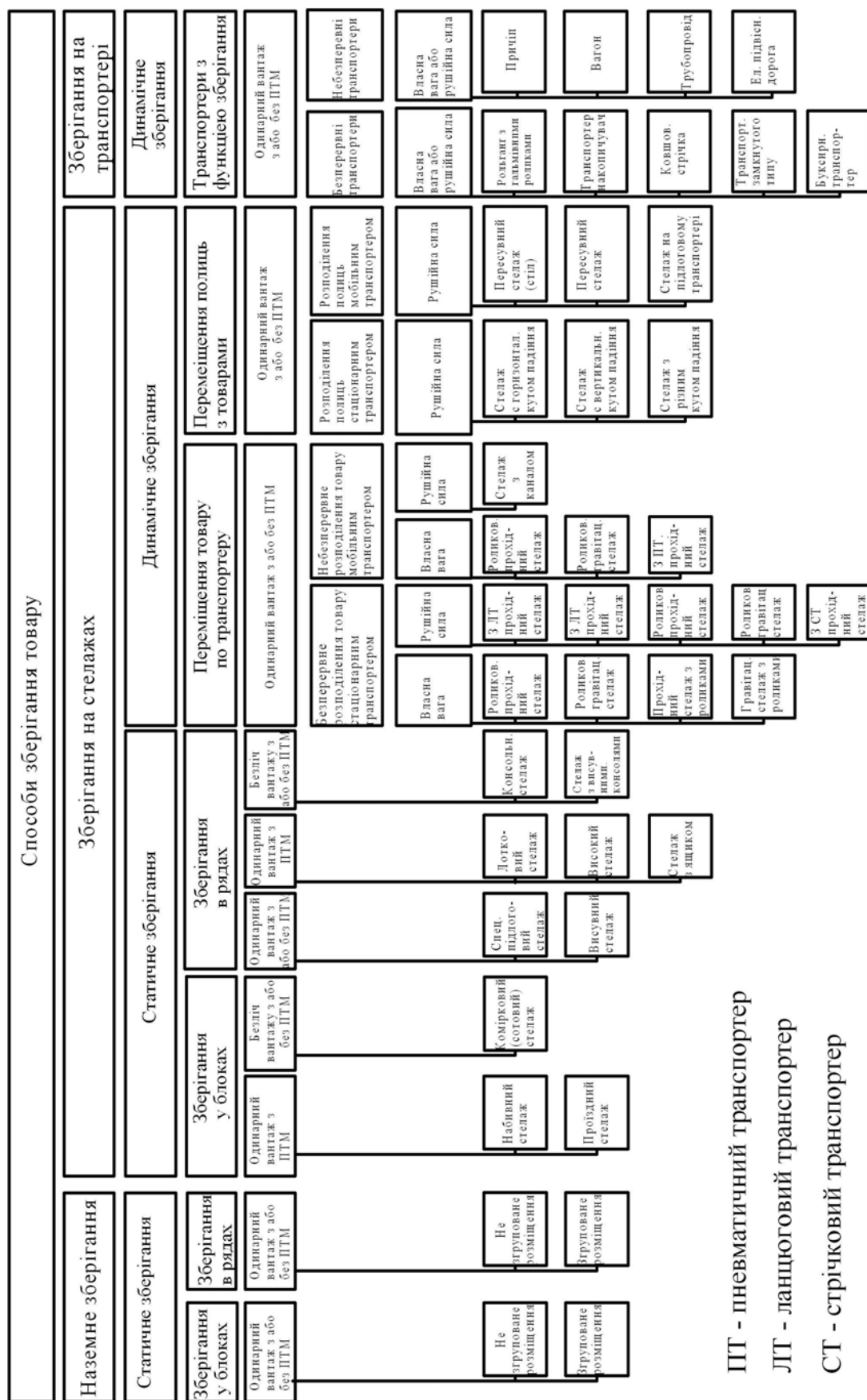


Рис. 3.5. Класифікація складських засобів для штучного товару

Рис. 3.6. Класифікація підйомно-транспортних засобів на складі

У той час як підлогове зберігання, як правило, є статичною формою зберігання, при стелажному зберіганні можна виділити статичні й динамічні засоби складу.

Статичними називають засоби складу, якщо після прийому й до вивантаження зі складу одиниця вантажу перебуває в спокої на одному місці. Засоби складу йменуються *динамічними*, якщо одиниця вантажу після прийому на склад пересувається, причому розрізняють рух одиниці вантажу у фіксованих стелажах, рух одиниці вантажу разом зі стелажими й рух одиниці вантажу на підйомно-транспортному засобі з функцією зберігання.

Підйомно-транспортні засоби на складі. Дотримуючись їхнього визначення розрізняють чотири групи підйомно-транспортних засобів на складі (рис. 3.6).

Першу групу утворюють *підйомно-транспортні засоби, як складова частина динамічних засобів складу*. Тут зібране те підйомно-транспортне устаткування, що здійснює функцію пересування одиниці вантажу або стелажів усередині динамічних засобів складу. Воно класифікується аналогічно підйомно-транспортним засобам як рухомий і нерухомий, надземний, опорний або підвісний підйомно-транспортний засіб. Наприклад, опорні конвеєри можна знайти в складах зі стелажими з латформами або в складах із гравітаційними стелажими, підвісні конвеєри, такі, як підвісні кругові конвеєри, – у горизонтальних складах з оборотними стелажими, наземні підйомно-транспортні машини циклічної дії – у пересувних стелажах, опорні підйомно-транспортні машини періодичної дії у шатлових стелажах.

Найважливішу групу формують *транспортні засоби для складування й розвантаження*, які позначені як пристрої обслуговування складу. Їхню класифікацію, аналогічно до підйомно-транспортних засобів, також можна виявити з рис. 3.6. Зіставлення окремих транспортних засобів для складування й розвантаження з різними засобами складу почате у табл. 3.5. Деякі приклади будуть описані далі – у розділі «Приклади реалізації систем матеріалопотоку й тенденцій розвитку». Найважливішу підгрупу представляють *транспортні засоби для розподілу, комплектування й т. д.*, які формують підмножину транспортних засобів для складування й розвантаження, або задіяні засоби у приймальному пункті складу.

Наступною великою групою є *транспортні засоби в приймальному пункті складу*. Як сполучення до суміжної системи матеріального потоку на них покладається важлива роль.

Зрештою остання група утворить при класифікації складських засобів певні *транспортні засоби з функцією складування*, які не виконують жодне з вищезгаданих завдань, а самостійно утворюють складський засіб. У першу чергу вони застосовуються як буферний склад.

Порівняльний огляд, який транспортний засіб застосовується до якого завдання на складі, є у табл. 3.6.

Таблиця 3.5

Сполучення підйомно-транспортних пристроїв з різними засобами складу

Складські засоби		Стелажне зберігання																																
		Підлогове зберігання		Статичне зберігання										Динамічне зберігання																				
				Рядне					Блокове					Рядне				Блокове																
		Не штабелюванні		Не штабелюванні		Рядне					Блокове					Рядне				Блокове														
						Набивний стелаж /із прохідною системою					Ячейковий стелаж					Поліцейвий стелаж					Стелаж з висувними ящиками					Стелаж палетовий					Контейнерний стелаж			
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22												
Вантажопідіймні машини	Рольганг (Привод)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○											
	Ланцюговий конвеєр	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○											
	Стрічковий конвеєр	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○											
Вантажопідіймні машини	Кран-штабелер	○	○	○	●	●	○	●	●	●	●	○	●	●	○	○	●	○	●	○	○	○	○											
	Автоматичний вантажувач із реверсивним гальмом	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	○	○	●	○	●	○	○	○	○											
Вантажопідіймні машини	Вантажопідіймні машини	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	○	○	●	○	●	○	○	○	○											
	Вантажопідіймні машини	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	○	○	●	○	●	○	○	○	○											

Таблиця 3.6

Порівняльний огляд транспортних засобів у складській зоні

		Підйомно-транспортні засоби на складі				
		підйомно-транспортні засоби	як складова частина динамічного складу	для навантаження й вивантаження	у приймальному пункті складу	з функцією зберігання
1		2	3	4	5	6
вантажопідйомні машини безперервної дії	підлогові	Підпільний тяговий ланцюговий конвеєр			●	
	надземні (піднесені)	Роликовий конвеєр (привод)	●	●	●	
		Роликовий конвеєр (власна вага)	●		●	
		Накопичувальний рольганг				●
		Конвеєр з роликовими доріжками	●		●	
		Ланцюговий конвеєр	●	●	●	
		Накопичувальний ланцюговий конвеєр				●
		Стрічковий конвеєр		●	●	
		Патерностер	●		●	●
		Z-подібний конвеєр			●	
	підвісні	Підвісний конвеєр	●		●	●
		Буксирувальний підвісний конвеєр			●	●
вантажопідйомні машини періодичної дії	підлогові	Кран-штабелер		●		
		Самохідна платформа	●		●	
		Вилочний гідравлічний візок		●	●	
		Вилочний навантажувач		●	●	
		Автонавантажувач із регулюванням висоти завантаження		●	●	
		Автоматичний підлоговий транспортний засіб		●	●	
		Причіп				●
		Вагон				●

1	2	3	4	5	6	7
	підлогові (підне-сені)	Підйомник	●	●	●	
		Канальний транспортний засіб	●	●	●	
		Розподільний транспортний засіб		●	●	
	підвісні	Мостові/Підвісні/ Портальні крани		●	●	
		Стапельний кран		●	●	
		Автоматичний кран		●	●	
		Підвісна дорога з трубчастими рейками				●
		Електричний підвісний транспортер		●	●	●

На рис. 3.7 наведено розмежування різних понять, які у зв'язку з функцією матеріалопотоку знаходять застосування для складів. Залежно від засобу зберігання, *земна поверхня* або *складські стелажі* утворюють складський засіб, включаючи *можливий транспортний засіб* як *складову частину динамічного складу*.

Для різноманітних складів маємо відповідне складське устаткування. Складське устаткування утворює *систему складу* разом зі *складською структурою* й *засобами інформаційного потоку*, із *транспортними засобами* для *складування й вивантаження* і, за необхідності, *стаціонарними або мобільними засобами маніпуляції в приймальному пункті складу*. У цьому контексті одиниці вантажу не розглядаються. Вони були вже систематизовані раніше (див. підрозд. 3.1).

Особливу роль відіграють раніше наведені *транспортні засоби з функцією складування*. Вони являють собою *складський засіб* і утворюють систему складу разом зі *складською структурою* й *засобами інформаційного потоку*.

У наступних підрозділах наведено різні складські засоби для сипучих вантажів з їхніми типовими сферами застосування на підставі раніше описаної складської класифікації. У підрозділі 3.2.5 критерії відбору й зіставлення систем порівнюються з часто застосовуваними засобами складу на підставі найважливіших визначальних критеріїв, таких, як рівень автоматизації, гнучкість, можливість розширення й т. д. Крім цього для типових робочих характеристик розглядаються їхні капітальні витрати й витрати виробництва на підставі дослідних даних.

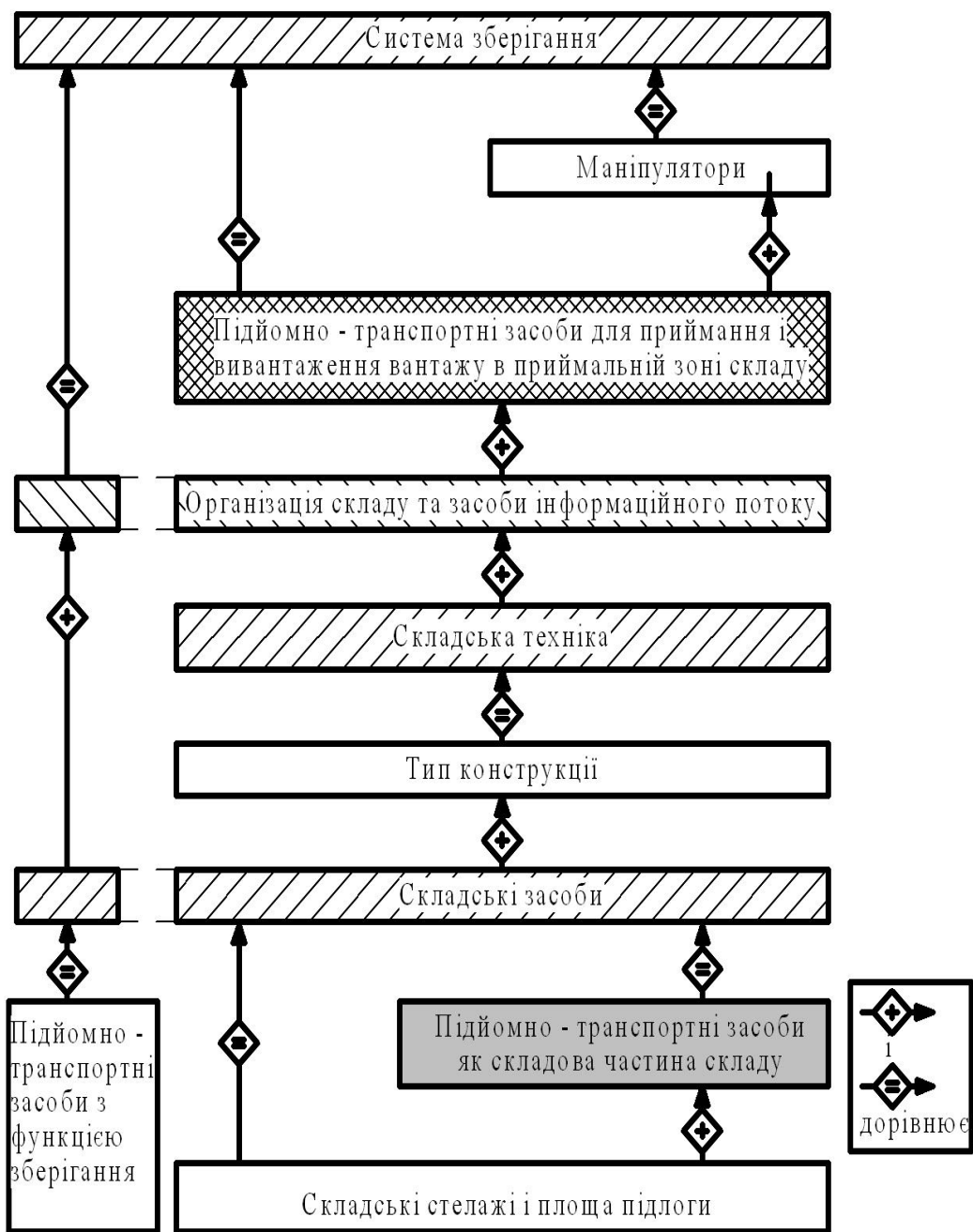


Рис. 3.7. Структура складської системи

3.2.3. Складські засоби

Табл. 3.7–3.11 показують, відповідно до наведеної на рис. 3.5 класифікації, приклади найважливіших складських засобів.

3.2.3.1. Підлогове зберігання. При підлоговому зберіганні мова йде про простий вид зберігання, підлогове зберігання без стелажів (див. табл. 3.6). При цьому створюється гнучка і мінімальна за витратами можливість

зберігання одиниці вантажу. Таке зберігання досі поширене на підприємствах, і тому воно повинне бути прийняте до уваги. За рідкісним винятком воно застосовується при штабельованих одиницях вантажу, щоб зберігати їх на декількох ярусах і можна було використовувати висоту приміщення. Підлогове зберігання може бути виконане у вигляді блоків або рядів.

Блокове зберігання. Одиниці вантажу штабуються на підлогу у великі блоки й часто складаються в стопки один на одне. У прямому доступі перебувають тільки одиниці вантажу стопки біля шляхів сполучення, що стоять вище.

Випадки застосування: зберігання великої кількості товару при незначній кількості видів товару й з різними показниками обсягу (напр., склади збуту напоїв).

Рядне зберігання. Якщо необхідно мати доступ до більшої кількості одиниць товару, ніж у блокових складах, тоді віддають перевагу рядному упорядкуванню одиниць вантажу, які складені один на одного в ряд.

Сфери застосування: зберігання малої кількості одиниць товару при малій кількості артикулів з різними показниками обсягу.

3.2.3.2. Статичне стелажне зберігання

Якщо хтось володіє вантажами, які чутливі до зовнішніх впливів або які не можна штабельовати, або хоче реалізувати більшу висоту зберігання на складі, йому необхідно оснастити склад штабельованими засобами складу або зберігати товар на полицях (стелажах).

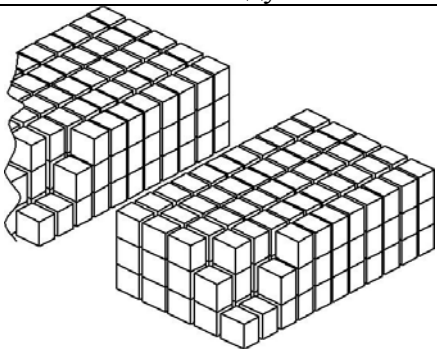
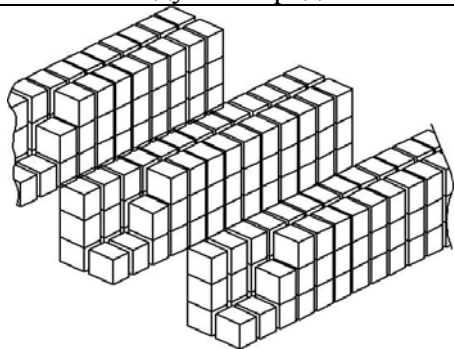
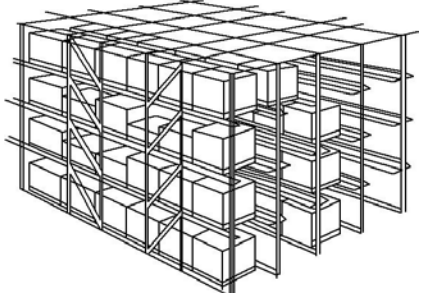
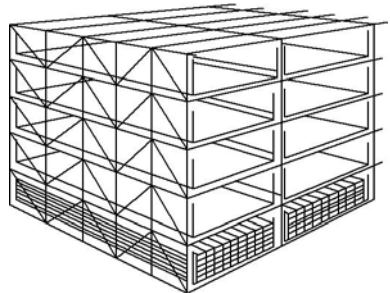
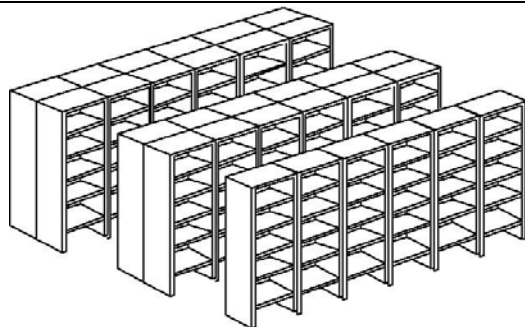
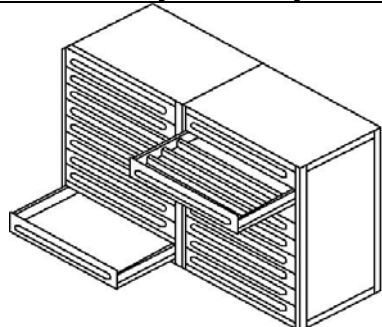
Для оснащення стелажів *Співтовариство банків, страхових компаній, урядів, вільних професій і особливих підприємств Німеччини* установило директиви (приписання) для складського оснащення й устаткування (ZH 1/428). Для встановлення єдиної якості обслуговування комітет з умов доставки й гарантії якості RAL видав брошуру «*Оснащення складу й заводу, керування якістю продукції RAL-RG 641*».

Блокове стелажне зберігання. Стелажним зберіганням у блоках називають блоковий склад зі стелажми (див. табл. 3.7). До них відносяться набивні стелажі з прохідною системою і без неї й ніздрюваті стелажі.

Стелажі з прохідною системою і без неї. Одиниці вантажу стоять на різних рівнях один над одним й утворюють блок з багатьма одиницями, які розташовані одна за одною углиб стелажа на двох різних консолях на кожному рівні. Вони повинні бути однієї форми.

Таблиця 3.7

Приклади найважливіших складських засобів,
статичне зберігання. Частина I

Блочне складування	Складування рядами
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлогове зберігання • штучні вантажі з неї і без неї • статичне зберігання вантажною технікою 	<ul style="list-style-type: none"> • підлогове зберігання • штучні вантажі з і без неї • статичне зберігання вантажною технікою
Набивний стелаж з / без прохідною системою	Стелажі у вигляді сот
	
<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • статичне зберігання • одиниця вантажу з допоміжним вантажним засобом і без нього • блокове стелажне зберігання 	<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • статичне зберігання • вантаж з великою довжиною з допоміжним вантажним засобом і без нього • блокове стелажне зберігання
Стелажі-стійки з полицями	Стелажі з висувними шухлядами
	
<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • статичне зберігання • одиниця вантажу з допоміжним вантажним засобом і без нього • складування рядами 	<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • статичне зберігання • одиниця вантажу з допоміжним вантажним засобом і без нього • складування рядами

Їхнє навантаження або розвантаження проводиться вилючними навантажувачами, які пересуваються між стійками й консолями через склад. Розвантаження відбувається, починаючи з лицьової сторони (LIFO) у стелажа без прохідної системи, або з іншої сторони (FIFO) у стелажа із прохідною системою.

Сфери застосування: зберігання великої кількості одиниць товару при великій масі й малій кількості артикулів; зберігання товару, чутливого до натиску, й нештабельованих одиниць вантажу.

Ніздрюваті стелажі. Ніздрюваті стелажі, у першу чергу, служать для компактного зберігання довгомірних вантажів, а в окремих випадках – для панельних матеріалів. Товар розташований на багатьох ділянках з відносно невеликою висотою й шириною один над одним й поруч одним з одним. Глибина осередку варіюється залежно від вимог і сягає до 6 м.

При малих спорудженнях довгомірний товар лежить в осередках найчастіше без допоміжного засобу навантаження; при великих спорудженнях з високими вимогами до виробітку профільовані деталі кладуть у касети.

У випадку з важкими профільованими деталями в кожний осередок установлюються візки, які полегшують навантаження й розвантаження.

Сфери застосування: зберігання малої й середньої кількості одиниць товару при малій і середній кількості артикулів.

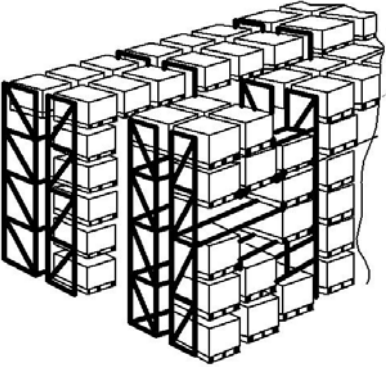
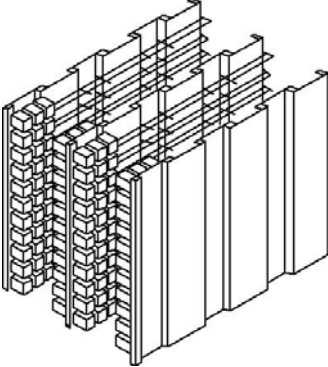
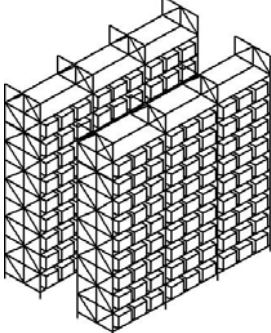
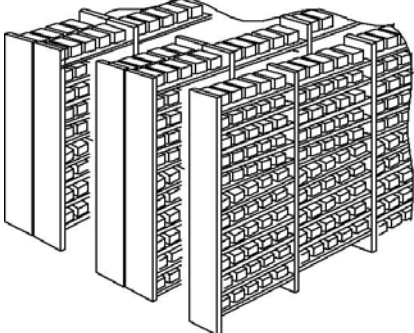
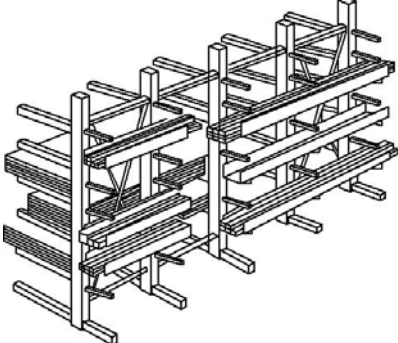
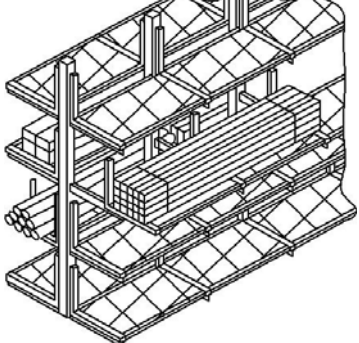
Рядне стелажне зберігання. Рядним стелажним зберіганням називають рядні склади зі стелажми (див. табл. 3.7 і 3.8). В індустрії вони є найбільш часто застосовуваною формою складу зі стелажми й складаються з подвійних стелажів, які розділені коліями. При рядному стелажному зберіганні використовують: *поличний стелаж, стелаж з висувними ящиками, палетний стелаж, багатоярусний стелаж, контейнерний стелаж, консольний стелаж і консольний стелаж з рухливими кронштейнами.*

Поличний стелаж. Вантаж зберігається на багатьох рівнях один над одним на закритих полицях з дерева або зі сталі. Приміром, полці можуть бути встановлені на різній висоті в отворах на стійках.

Сфери застосування: зберігання малої й середньої кількості одиниць товару при великій кількості артикулів і при різноманітних спектрах артикула; зберігання непалетованих видів товару, малих вантажів, але й негабаритних товарів. Спосіб вилучення товару вручну вважається раціональним і звичайним.

Таблиця 3.8

Приклади найважливіших складських засобів, статичне зберігання. Частина 2

Стелаж для палет	Багатоюрисний стелаж
	
<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • складування рядами • статичне зберігання • одиниця вантажу з допоміжним вантажним засобом і без нього 	<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • складування рядами • статичне зберігання • одиниця вантажу з допоміжним вантажним засобом і без нього
Багатоюрисні стелажі (сталеві)	Стелажі з контейнерами
	
<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • складування рядами • статичне зберігання • одиниця вантажу з допоміжним вантажним засобом і без нього 	<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • складування рядами • статичне зберігання • одиниця вантажу з допоміжним вантажним засобом і без нього
Консольний стелаж	Консольний стелаж з рухомими кронштейнерами
	
<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • статичне зберігання • вантаж з великою довжиною з допоміжним вантажним засобом і без нього • блокове стелажне зберігання 	<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • статичне зберігання • вантаж з великою довжиною з допоміжним вантажним засобом і без нього • блокове стелажне зберігання

Стелаж з висувними ящиками. Вантаж зберігається на багатьох рівнях один над одним у закритих полицях з дерева або зі сталі. Полиці встановлені збоку й окремо висувуються зі стелажа перпендикулярно до проходу, що уможлиблює завантаження й вилучення складського товару зверху й у такий спосіб дозволяє добре використовувати вільний простір.

Сферу застосування: зберігання малої й середньої кількості одиниць товару при великій кількості артикулів; зберігання непалетованих видів товару, малих вантажів, а також довгомірних вантажів. При зберіганні штучного товару спосіб вилучення його вручну є звичайним; при зберіганні довгомірних вантажів залучаються підйомно-транспортні засоби.

Палетний стелаж. Палетні стелажі є засобами складування для зберігання штучного товару з допоміжними засобами навантаження. Розрізняють *одноярусні й багатоярусні системи*. Багатоярусні стелажі є палетними стелажми, які відрізняються висотою понад 12 м. У багатоярусних стелажних складах (див. табл. 3.8) стелажі, елементи даху й стіни утворюють архітектурну одиницю. Стандартом визначено оцінку якості й правила випробування для палетних стелажів.

У багатоярусних системах відбувається зберігання багатьох одиниць вантажу на двох опорних балках, які встановлені в отворах на стійках. В одноярусних системах зберігається тільки одна одиниця товару на кожну ділянку зберігання, що найчастіше стоїть на стійках із установленим кутовим профілем.

Одиниці вантажу в основному утворюються разом з допоміжним засобом навантаження, найчастіше з європалетою (800 × 1200 мм), піддоном хімічної промисловості CP (1000 × 1200 мм) або піддоном з огороженням (800 × 1200 мм).

Сфери застосування: зберігання великої кількості одиниць товару при великій кількості асортименту. Найпоширеніший тип складу в індустрії й у торгівлі.

Контейнерний стелаж. Контейнерними стелажми називаються малогабаритні склади або склади для малих деталей. Типовими одиницями вантажу є контейнери, ящики, касети або полиці. Існують контейнерні стелажі для одного виду контейнерів і контейнерні стелажі для багатьох видів контейнерів.

Зберігання контейнерів або інших допоміжних засобів навантаження відбувається на опорних консолях або полицях на різних рівнях один над одним, у виняткових випадках – один за одним (див. табл. 3.8). Також відомі

одноярусні й багатоярусні системи. Контейнерні склади з різними типами контейнерів найчастіше розташовуються в місцях зберігання з рівними габаритами, де зберігається відповідно один тип контейнерів. Через те що консолі закріплюються в перфорованих отворах на стійках і можна утворювати площини зберігання, то можна гнучко реагувати на коливання кількості артикула товарів.

Часто, щоб захистити складський товар від втручання зовнішнього середовища, контейнерні склади обшиті металом.

Сфери застосування: зберігання малих деталей з обмеженою кількістю одиниць товару при великій кількості артикулів, найчастіше застосовується для цілей комісіонування.

Консольний стелаж і консольний стелаж з рухливими кронштейнами. Зберігання, переважно довгомірного вантажу, відбувається на стійках що виступають з однією або з двох сторін, або на рухливих кронштейнах (див. табл. 3.8).

При цьому консольний стелаж з рухливими кронштейнами утворює висувний стелаж для довгомірного вантажу. Зберігання довгомірного вантажу можливе з допоміжними засобами навантаження, а також без них. Оцінка якості й правила випробування для консольних стелажів визначені стандартами.

Сфери застосування: зберігання довгомірного вантажу в малій і середній кількості одиниць артикула при малій і великій кількості артикулів.

3.2.3.3. Динамічне стелажне зберігання

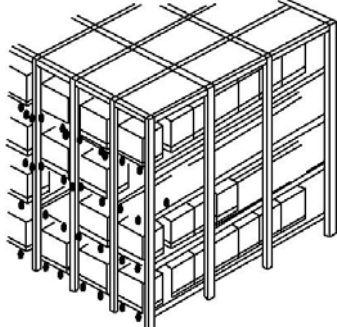
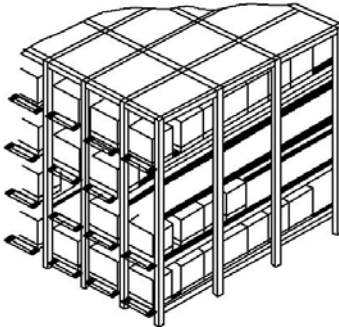
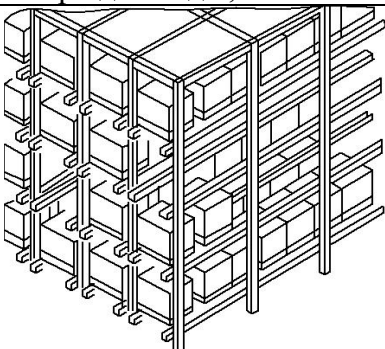
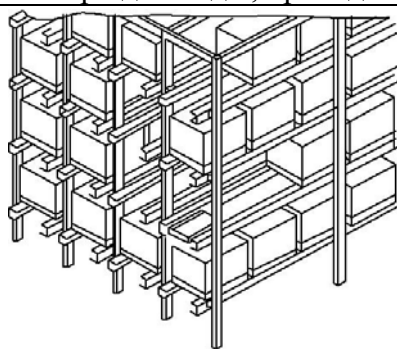
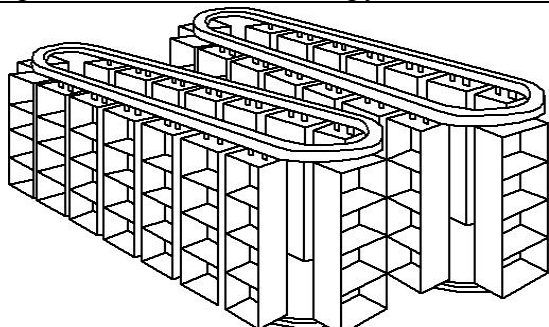
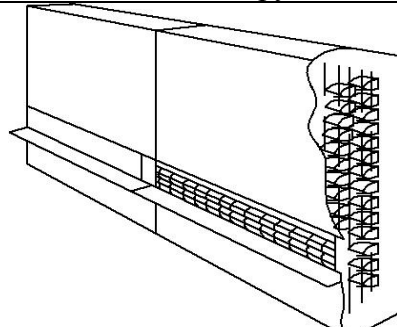
Стаціонарні стелажі, рухомі одиниці вантажу. Склади цієї категорії побудовані виключено в блоковому вигляді й складаються з безлічі каналів, які розташовані поруч і один над одним (див. табл. 3.9).

Одиниці вантажу в складських каналах зберігаються тільки за сортом й пересуваються відповідно до виду зберігання на вантажопідйомних машинах постійної або циклічної дії, причому приводом може виступати як нахил каналу в 3–5 %, тобто сила тяжіння (потенційна енергія), так і електрична енергія.

Залежно від того, чи обслуговуються блоки з однієї сторони або з обох, їх називають *набивними стелажми із прохідною системою й без неї* і розрізняють залежно від застосованих *підйомно-транспортних засобів як складову частину складської техніки й за типом привода.*

Таблиця 3.9

Приклади найважливіших складських засобів, динамічне зберігання. Частина 1

Набивний стелаж з прохідною системою. Безперервна дія, своя вага	Набивний стелаж з прохідною системою. Безперервна дія, привод
	
<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • динамічне зберігання • стаціонарні стелажі з рухомими одиницями вантажу • штучні вантажі з і без них допом. вантажними засобами 	<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • динамічне зберігання • стаціонарні стелажі з рухомими одиницями вантажу • штучні вантажі з і без них допом. вантажними засобами
Набивний стелаж з прохідною системою. Періодична дія, своя вага	Набивний стелаж з прохідною системою. Періодична дія, привод
	
<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • динамічне зберігання • стаціонарні стелажі з рухомими одиницями вантажу • штучні вантажі з і без них допом. вантажними засобами 	<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • динамічне зберігання • стаціонарні стелажі з рухомими одиницями вантажу • штучні вантажі з і без них допом. вантажними засобами
Горизонтальний стелаж карусельного типу	Вертикальний стелаж карусельного типу
	
<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • динамічне зберігання • стаціонарні стелажі з рухомими одиницями вантажу • штучні вантажі з і без них допом. вантажними засобами 	<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • динамічне зберігання • стаціонарні стелажі з рухомими одиницями вантажу • штучні вантажі з і без них допом. вантажними засобами

Набивний стелаж із прохідною системою й без неї, конвеєр безперервної дії, власна вага. Одиниці вантажу складаються на відповідній роликовий транспортер строго за артикулом. У набивному стелажі з прохідною системою складування проводиться на вищому кінці каналу, а вилучення – на нижчому, при набивному стелажі складування й вилучення проводиться на нижчих кінцях каналу. Часто одиниці вантажу втримуються гальмівною системою. При вилученні одиниць вантажу група наступних одиниць автоматично просувається вперед до початку каналу. При завантаженні в набивному стелажі підйомно-транспортний засіб повинен перебороти динамічний тиск групи складованих одиниць для завантаження або розвантаження. Для великовагових товарів застосовують опорні ролики, а для маловагих – валкові.

Сфери застосування:

Зберігання середньої й великої кількості одиниць товару при малій і середній кількості артикулів, у першу чергу в розподілених складах з комісіонуванням.

Набивний стелаж із прохідною системою й без неї, конвеєр безперервної дії, привод. Одиниці вантажу зберігаються на горизонтально розміщених роликових транспортерах, ланцюгових і стрічкових конвеєрах, які розташовані на різних рівнях одна над одною. Як тільки вилучається одна одиниця вантажу, інша просувається по конвеєру.

Сфери застосування: зберігання середньої кількості одиниць товару при малій і середній кількості артикулів.

Набивний стелаж із прохідною системою й без неї, конвеєр періодичної дії, власна вага. Одиниці вантажу встановлюються на роликові підставки, які пересуваються в каналах по похилих шляхах. Зазначимо, що ці роликові підставки або роликові палети не є підйомно-транспортним засобом, а виступають як допоміжний засіб навантаження. У цьому випадку вони беруть на себе функцію транспортування. У набивному стелажі з прохідною системою складування й вивантаження проходить на вищому кінці каналу, а у набивному стелажі без прохідною системи – на нижчому. Кожного разі рух одиниці вантажу контролюється гальмівною системою. При вилученні одиниці вантажу з нижчого кінця каналу група наступних одиниць, що скопилися, автоматично просувається. У набивному стелажі з прохідною системою роликові підставки повинні бути транспортовані зі сторони вилучення вантажу у бік складування. Замість роликових підставок на шляхах також можна застосовувати алюмінієвий профіль із маленькими повітряними дефлекторами й ковзні піддони. Тоді замість роликових підставок повинні бути застосовані ковзні піддони.

Сфери застосування: зберігання середньої й великої кількості одиниць товару при малій і середній кількості артикулів.

Набивний стелаж із прохідною системою й без неї, конвеєр періодичної дії (сателіт), привод (канальний стелаж). Засіб зберігання цієї категорії часто називають *канальним* або *тунельним стелажем*. Колишне визначення «*набивний стелаж із прохідною системою й без неї*» вийшло із уживання, незважаючи на те, що такі стелажі належать до цієї класифікації. На практиці вони реалізовані з однією або двома сторонами обслуговування.

Одиниці вантажу складаються підряд на двох профілях, які пересуваються по шляхах у каналах горизонтально. У профілях пересуваються маленькі транспортні засоби, так звані сателіти, які можуть піднімати одиниці вантажу, заїхавши під них. Сателіти переміщуються з одного каналу на інший за допомогою транспортних засобів-носіїв і ліфтів, які пересуваються перед торцевою стороною стелажа перпендикулярно каналам. Вони рухаються в каналах самостійно, причому вони можуть проїжджати під одиницями вантажу, що їх очікують. Розрізняють сателіти з підключеним кабелем, при цьому транспортний засіб-носіїв повинен зберігати свій колишній стан перед каналом під час дії сателіта є й автономні, що живляться від акумулятора, при цьому транспортний засіб-носіїв може періодично здійснювати інші завдання. Це значно позначається на продуктивності та забезпечує якість перевалки.

Сфери застосування: зберігання середньої й великої кількості одиниць товару при малій і середній кількості артикулів.

Пересувні стелажі, стаціонарні одиниці вантажу. У цю категорію входять *обертові стелажі, пересувні стелажі карусельного типу, розсувні стелажі й стелажі на транспортних візках*. Оцінка якості й правила випробування для пересувних стелажів і шаф визначені стандартами.

Обертові стелажі. Обертові стелажі виконуються у вигляді горизонтального й вертикального стелажа карусельного типу (див. табл. 3.9). Функцію руху забезпечує підйомно-транспортна машина безперервної дії.

Горизонтальний стелаж карусельного типу. Вантаж зберігається на полицях або на інших стелажах, які закріплені із приводним механізмом і направляються по шляхах, які розташовані на підлозі й на верхній частині стелажа. За приводний механізм править ланцюговий привод. Найчастіше колові процеси з'єднуються паралельно.

Сфери застосування: зберігання малої й середньої кількості одиниць товару при малій і середній кількості артикулів, насамперед, для дрібних деталей.

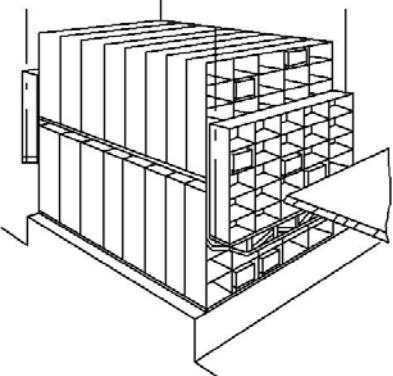
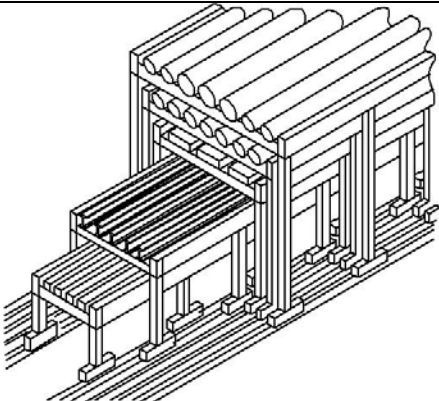
Вертикальний стелаж карусельного типу (патерностер). Товар зберігається на так званих полицях, які встановлені між двома вертикальними ланцюгами, які обертально рухаються. Привод електричний. Полиці, як правило, так розділені на секції, щоб вони могли вміщати більшу кількість різних артикулів. Найчастіше патерностери обшиті металевою обшивкою, щоб захистити складський товар від втручання крадіїв.

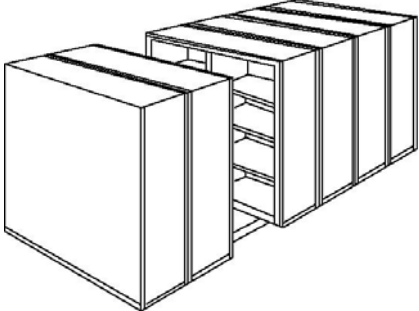
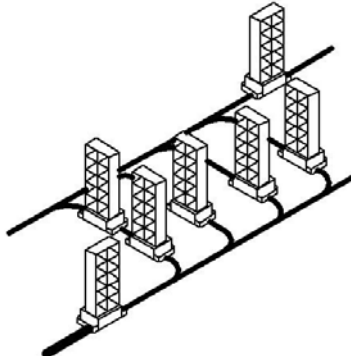
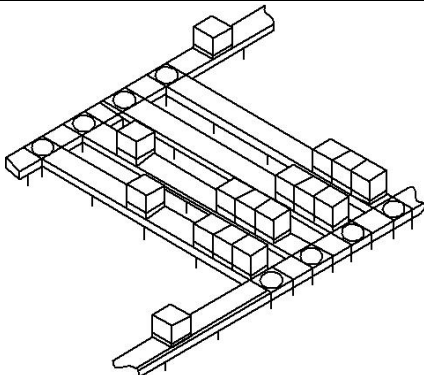
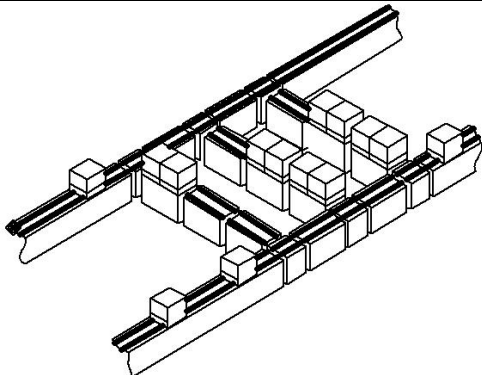
Сфери застосування: зберігання малої й середньої кількості одиниць артикулів і середньої продуктивності перевалки, насамперед, для дрібних деталей. Для довгомірного й великовагового вантажу цей принцип рідко застосовується через більші витрати. Виключенням є зберігання килимів у торгівлі.

Пересувні стелажі карусельного типу. Пересувні стелажі карусельного типу є поєднанням карусельного стелажа й розсувного стелажа, що буде описаний далі. Вони можуть бути сплановані як пересувні карусельні стелажі як вертикально, так і горизонтально. У табл. 3.10 наведено вертикальний пересувний карусельний стелаж. Вантаж зберігається в рядних стелажах, які пересуваються у протилежних напрямках на двох рівнях один над одним. Зайві або відсутні осередки одного рівня на двох торцевих сторонах складу підводять до іншого рівня за допомогою вертикального пересування. Горизонтальні й вертикальні рухи тут відбуваються один за одним, щоб зменшити перебої в циклі обертання.

Таблиця 3.10

Приклади найважливіших складських засобів, динамічне зберігання. Частина 2

Стелажі, що циркулюють по круговій траєкторії	Мобільні розсувні стелажі (столи)
1	2
	
<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • динамічне зберігання • рухомі стелажі • стаціонарні одиниці вантажу • штучні вантажі з і без них • допом. вантажними засобами 	<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • динамічне зберігання • рухомі стелажі • стаціонарні одиниці вантажу • штучні вантажі з і без них • допом. вантажними засобами

1	2
Мобільні розсувні стелажі (ряди)	Стелажі на транспортних візках
	
<ul style="list-style-type: none"> • стелажне зберігання • динамічне зберігання 	<ul style="list-style-type: none"> • рухомі стелажі • стаціонарні одиниці вантажу • штучні вантажі з і без них допом. вантажними засобами
Роликовий конвейєр на опорах	Ланцюговий конвейєр на опорах
	
<ul style="list-style-type: none"> • зберігання на транспортуючих засобах • динамічне зберігання допом. засобами 	<ul style="list-style-type: none"> • транспортний засіб з функцією зберігання • штучні вантажі з і без них допом. вантажними засобами

Сфери застосування: зберігання середньої кількості одиниць артикула при середній кількості артикулів легких і важких товарів.

Розсувні стелажі. Розсувними стелажми називають стелажі, у яких вертикальна площина зберігання (рядні стелажі) і горизонтальна площина зберігання (столи) горизонтально пересуваються.

Розсувні горизонтальні площини зберігання (столи). Розсувні стелажі, у яких горизонтальна площина зберігання пересувається горизон-

тально, складаються зі складських столів, вкладених один в один, які розташовані один над одним. Кожний стіл оснащений кількома незалежними приводами і пересувається по своїх двох шляхах, розташованих на підлозі. Нижній стіл має найменшу площу й пересувається на двох внутрішніх рейкових шляхах, інші столи займають відповідно більшу площу й пересуваються на зовнішніх рейкових шляхах. Склад має блокову форму. Для навантаження або розвантаження відповідний стіл повинен так виїхати із блока, щоб зверху можна було завантажити й розвантажити збережені товари.

Сфери застосування: зберігання довгомірного вантажу в маленькій і середній кількості одиниць товару при малій і середній кількості артикулів.

Розсувні вертикальні площини зберігання (рядні стелажі). Розсувні стелажі, у яких вертикальна площинність зберігання пересувається горизонтально, поєднали у собі блокове й рядне зберігання. Типові стелажі рядного зберігання, такі, як полицевий, консольний або палетний, горизонтально приводяться в рух по шляхах автоматично й вручну. При цьому стелажі можуть пересуватися так, що вони лише утворюють прохід між стелажними рядами, де одиниці вантажу повинні бути вилучені. Відповідно інші стелажі утворюють два різних за величиною блоку. Рух зрушення реалізується за допомогою електричного незалежного привода, ручного або загального привода по ланцюгах із зачепами.

Сфери застосування: зберігання середньої кількості одиниць товару при малій і середній кількості артикулів. Перша реалізація з ручним керуванням була місцем зберігання документації й книг у бібліотеках. За цим пішли застосування з великоваговими вантажами, де розвантаження й навантаження робить кранштабелер, і при артикулах з низькою частотою перевалки, таких, як інструменти або змінні деталі, які складаються за допомогою навантажувача. Також у майбутньому розсувні стелажі можна інтенсивно застосовувати для палетного зберігання в автоматичних системах, щоб збільшити продуктивність перевалки вантажів.

Стелажі на транспортних візках. Товар зберігається на поличних або контейнерних стелажах, які розташовані на автоматичних транспортних візках або на рейкових візках, завдяки чому вони є пересувними. Такі стелажі можуть транспортуватися й універсально розміщатися на певних ділянках у виробництві. Як правило, вилучення товару проводиться вручну, завантаження контейнерних стелажів часто виконується майже автоматично. Головною їх перевагою є планування децентралізованих буферів на робочих місцях.

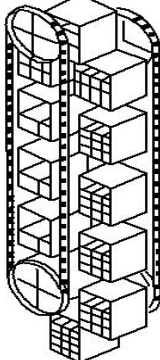
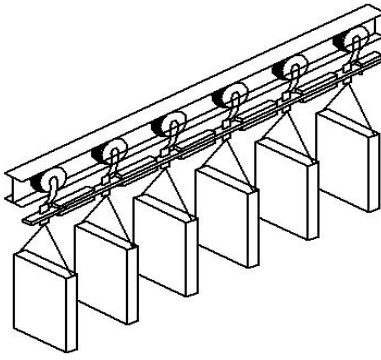
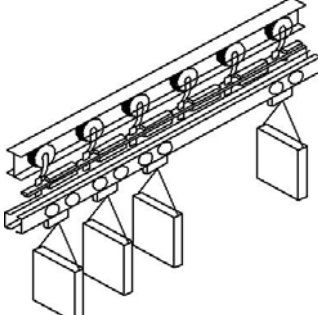
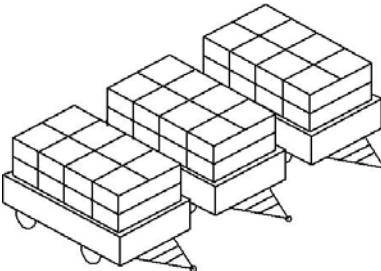
Сфери застосування: зберігання малої кількості одиниць товару при малій і середній кількості артикулів, насамперед малих деталей, а також

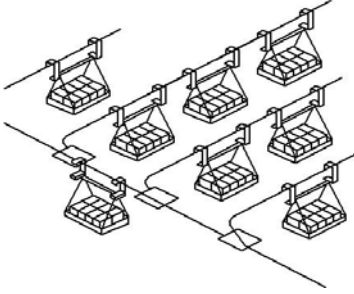
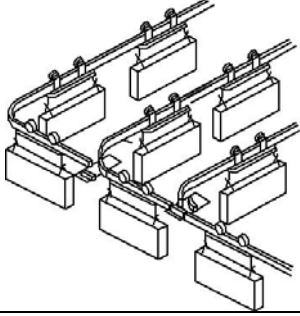
сипучих вантажів. Застосування в індустрії, наприклад машинобудуванні, або під час електромонтажу, але у підприємствах у сфері послуг і лікарнях.

3.2.3.4. Складування на підйомно-транспортних засобах. У багатьох випадках, наприклад, у лікарнях, при відправленні одягу, при зберіганні в холодильних установках, складований вантаж перебуватиме на складах лише у короткий й чітко певний час. Тут мова йде про сполучення функцій транспортування й зберігання, оскільки товар перебуває на транспортному засобі й там же накопичується (табл. 3.11 і 3.12).

Таблиця 3.11

Приклади найважливіших складських засобів, динамічне зберігання. Частина 3

Норія	Підвісний (круговий) транспортер
1	2
	
<ul style="list-style-type: none"> • зберігання на транспорт. засобі • динамічне зберігання 	<ul style="list-style-type: none"> • зберігання на транспорт. засобі • динамічне зберігання
<ul style="list-style-type: none"> • транспортний засіб виконує функції складу • штучні вантажі з і без них допом. вантажними засобами 	<ul style="list-style-type: none"> • транспортний засіб виконує функції складу • штучні вантажі з і без них допом. вантажними засобами
Буксирувальний круговий транспортер	Причіп, вагонетка
	
<ul style="list-style-type: none"> • зберігання на транспорт. засобі • динамічне зберігання 	<ul style="list-style-type: none"> • зберігання на транспорт. засобі • динамічне зберігання
<ul style="list-style-type: none"> • транспортний засіб виконує функції складу • штучні вантажі з і без них допом. вантажними засобами 	<ul style="list-style-type: none"> • транспортний засіб виконує функції складу • штучні вантажі з і без них допом. вантажними засобами

1	2
Візок / Підвісна дорога з трубчастими рейками	Монорельс
	
<ul style="list-style-type: none"> • зберігання на транспорт. засобі • динамічне зберігання 	<ul style="list-style-type: none"> • транспортний засіб виконує функції складу • штучні вантажі з і без них допом. вантажними засобами
<ul style="list-style-type: none"> • зберігання на транспорт. засобі • динамічне зберігання 	<ul style="list-style-type: none"> • транспортний засіб виконує функції складу • штучні вантажі з і без них допом. вантажними засобами

Таблиця 3.12

Найважливіші величини організації складу

Статичні величини	Динамічні величини
Кількість артикулів ABC-розподіл артикулів Складська ємність Ємність складського приміщення Витрати або артикул ABC-розподіл витрат Середні витрати запасів Середні витрати запасів або артикула	Надходження товарів за день Відпуск товарів за день Переміщення товарів за день Оберт за рік Кількість замовлень за рік Позиції/замовлення Позиції/день Захоплення/позиція Вага/захоплення Загальне число артикулів у денній вибірці Загальні витрати на перевалку Витрати/зміна складських запасів

Виділяють, аналогічно систематиці підйомно-транспортних засобів, підйомно-транспортні машини безперервної дії з функцією складування й підйомно-транспортні машини циклічної дії з функцією складування. В індустрії часто застосовуються такі підйомно-транспортні машини безперервної дії, як стрічкові конвеєри, накопичувальні роликові конвеєри, а також кругові конвеєри, зокрема кругові конвеєри Power & Free й патерностери.

Застосовуються й підйомно-транспортні машини циклічної дії, такі, як електричні підвісні конвеєри, роликові стійки (наприклад, для розвішування

одягу), рейкові візки або автоматичні підлогові транспортери, у яких функція складування розширена ще й функцією обігу.

Необхідно також згадати транспортні засоби позавиробничого застосування, такі, як вантажні причіпи, змінні кузови й залізничні вагони, які, наприклад, часто виконують функцію накопичувача в зоні відправлення.

3.2.4. Організація складу

Постановку мети на використання в майбутньому меншої кількості одиничних складських засобів і на все частіше застосування в індустрії й торгівлі глибоко інтегрованих складських систем обумовлює той факт, що застосування лише автоматичних складських і підйомно-транспортних засобів недостатньо для того, щоб реалізовувати інтеграцію в систему матеріального потоку й оптимально виконувати завдання складування. Для цього потрібне скоріше організаційне перетворення складу в єдиний комплекс, тобто в організацію й керування складом.

Організація складу описує при цьому безліч правил, приписань, і установок, метою яких є виконання завдань складу. Найважливішим завданням організації складу є контроль і адміністрування всіх процесів і станів в ділянці складу. Тому вона перебуває на рівні логістики в ієрархії підприємства.

Недостатня організація складу прямо й опосередковано викликає додаткові витрати через кадрові, тимчасові й матеріальні витрати на такі явища, як пошук артикулів, переміщення товару, перешкоди для доступу, зникнення або псування товару, очікування транспортного засобу. Гарна організація складу забезпечує специфічну для підприємства оптимальну готовність складу до відправлення товару на економічно виправданій підставі. Склад організовано таким чином, що вантажі підготовляються у відповідній до замовлення якості й кількості для власного виробництва або ринку збуту.

Організація складу підрозділяється при цьому на так звану *структурну організацію*, ієрархічну структуру, що встановлює розподіл обсягу роботи й компетенцій, і *організацію процесів*, що визначає тимчасову й просторову послідовність окремих робочих операцій на кожному рівні раніше названої структурної організації.

Вимоги до організації складу. На організацію складу впливає безліч граничних умов і характеристичних вимог. Найважливіші величини наведені й класифіковані як приклад у табл. 3.12. Вони підрозділяються на статичні й динамічні величини й далі на величини стану й руху, а також на відповідні величини витрат.

Величини стану – це статичні величини. Вони включають структуру артикулів і структуру запасів. Структура артикулів складається з *кількості артикулів* і *розподілу артикулів* залежно від класів обертання: А, В і С (А-артикули – це артикули з найбільшим обертанням). Структура запасів складається із *загальних усереднених запасів* і середнього запасу вантажних одиниць із кількістю піддонів на артикул. До параметрів стану також належить *складська ємність* або *ємність складського приміщення*.

Величини руху – це динамічні величини. Вони відбивають структуру оборту. Зокрема, це *надходження й відпуск товарів* в одиницю часу і їхній розподіл, включаючи пікові значення, *переміщення товарів усередині складу*, а також *усереднене обертання* за тривалий проміжок часу, наприклад за рік. Вони до того ж дозволяють судити про структуру замовлень, яка складається, зокрема, із *числа замовлень на день*, *позицій на замовлення й позицій на день*. Для складів комісіонування цікавим є *частка комісіонування, захоплення на позицію, вага захоплення*, а також *загальне число артикулів у денній вибірці*.

Величини витрат, разом з показниками АВС-розподілу, середніми загальними витратами запасів і середніми витратами запасів на артикул, висувають особливі вимоги до організації складу і його економічності. Окремої уваги заслуговують у зв'язку із цим *витрати на зміну складських запасів*, на які істотно впливає організація складу.

Поряд із цими важливими величинами, мабуть, самі більші вимоги до організації складу пред'являє *гнучкість*, при зміні *структури артикулів, структури обертання*, або ж при необхідному *розширенні*. Тут необхідно враховувати фактори, які складно або взагалі неможливо оцінити заздалегідь. Саме необхідність гнучкості має далекі наслідки для вибору технічного й програмного забезпечення. Тому обрана потужність комп'ютера й застосований пакет програмного забезпечення повинні бути заздалегідь досить точно визначені в масштабах або ж побудовані модулярно, з можливістю розширення.

Структурна організація. Структурна організація відбивається в ієрархічній структурі, усередині якої встановлюються обсяг роботи й компетенції в ділянці складу. У класичному складі, що обслуговується вручну, організація здійснюється керівником на найвищому рівні, адміністративним службовцем складу на другому щаблі, самим старшим робітником на складі й деякими працівниками складу на нижньому рівні. Схожу ієрархію можна спостерігати в сучасних, повністю автоматизованих складах, причому завдання й компетенції передаються системі керування й комп'ютеру. На самому нижньому рівні замість працівників складу перебувають пристрої для обслуговування стелажів і система керування ними, що пов'язана із загальним блоком керування, приміром, по локальній мережі. Вони підпоряд-

ковуються комп'ютеру, що керує складом, і обслуговуються вручну. У багатьох випадках ієрархія на цьому закінчується. У деяких реалізаціях цей комп'ютерний рівень дублюється ще одним, котрий, поряд з керуванням системою складу, виконує, наприклад, і керування транспортною або виробничою системою і є відповідальним за завдання узгодження й координації.

Організація складських процесів. Організація складських процесів визначається послідовністю робочих операцій на різних рівнях описаної раніше структурної організації. При цьому діяльність на самому нижньому рівні, наприклад, керування пристроями для обслуговування стелажів, часто не розцінюється як організація складу.

Відповідно до постановки завдань, основна діяльність у рамках організації складу має місце на вищих рівнях диспозиції й адміністрування. Важливі робочі процеси, що відбуваються в рамках цієї діяльності, показані у табл. 3.13.

Таблиця 3.13

Приклад завдань організації складу

Диспозиція	Адміністрування
Керування запасами й площею Керування підйомно-транспортними й допоміжними засобами Приймання замовлення й керування замовленням Утворення замовлення Присвоєння завдань підйомно-транспортним засобам Передача замовлення	Фактурування Дебетування статей витрат Статистика Інвентаризація Нагляд

Так, на *диспозитивному рівні* повинна проводитись така діяльність, як *керування приміщенням і запасами на складі, керування підйомно-транспортними засобами й допоміжними засобами* (піддони й пакувальні засоби), а також приймання замовлення й керування замовленням відповідно до артикулів, кількості, джерел, шляхів відтоку, моментів часу прийняття на склад і відправлення. Сюди ж відносять *утворення внутрішньоскладських завдань*, виходячи із завдань складу, з урахуванням різних стратегій складу, *присвоєння завдань підйомно-транспортним засобам* для прийняття на склад і відправлення, а також *передачу замовлення* окремим складовим частинам підйомно-транспортних засобів.

До діяльності на *адміністративному рівні* належить *фактурування й дебетування статей витрат*, як і подання даних у формі статистики. При

цьому виділяють внутрішні дані підприємства (наприклад, статистика частоти обороту окремих артикулів або груп артикулів) і зовнішні дані (наприклад, товаросупроводжувальні документи й накладні). Наступним заняттям на адміністративному рівні є проведення *інвентаризації*, а також *нагляду за надходженням замовлень і загальним контролем* за виконанням завдань.

Передумови. Для того щоб названі досягнення організації складу могли бути реалізовані, необхідне виконання двох основних умов.

Усі об'єкти, які стикаються із системою складу, повинні бути повністю, уніфіковані й однозначно ідентифіковані. Це означає, що артикули, допоміжні засоби, підйомно-транспортні, складські приміщення й всі інші задіяні компоненти повинні мати здатність автоматично відрізнятися, незалежно від особистих професійних знань і досвіду, і, насамперед, при комплексних системах. Для цього необхідно обладнати їх ідентифікаційними знаками.

Другою важливою передумовою є *комунікативна здатність*. Показані операції, особливо на диспозитивному рівні, вимагають автоматизованого обміну великої кількості даних, щоб передавати підйомно-транспортним засобам інформацію про замовлення: *артикули, кількість, стартове місце розташування (джерело), кінцеве місце розташування (відтік) і момент часу надходження й відправлення вантажу*.

При цьому не дуже принциповим є спосіб ідентифікації й передачі даних: чи відбуваються вони вручну, бездротовим способом; чи регулюються комп'ютером або автоматично. Набагато більш важливо, щоб вони були здійснені повною мірою й з урахуванням специфіки підприємства.

Керування запасами й складським приміщенням. Щоб управляти складським господарством, потрібна інформація про те, де перебуває будь-який артикул, які складські приміщення вільні на даний момент і т. д. Це обумовлює повноцінне керування загальними запасами й наявними або ж доступними складськими приміщеннями. Тільки в такий спосіб стає можливим, з одного боку, надходження на склад нових вантажів, а з іншого – проведення відправлення й підготовка необхідних вантажів. Поряд з даними про місце й кількість, необхідні також так звані дані про статус, які описують стан складованого артикула або відповідного місця складування. Типовими даними про статус для надходження вантажу є, наприклад, відомості про штабельованість артикула в блоковому складі або ізолювання артикула для контролю якості. Типовими даними про статус для відправлення вантажу є дата надходження або резервація для замовлення.

Керування складом. Ґрунтуючись на даних про запаси, складські приміщення й статус артикулів, керівник складом має виконати таке завдання: зробити ведення складського господарства економічно вигідним. Керування визначається на диспозитивному рівні й розуміється як елемент організації, що керує виконанням переданих складу замовлень по прийняттю й відправленню вантажів. При цьому керування вимагає постійного відображення стану запасів і приміщень шляхом обліку процесів приймання й відправлення, прийняття й переробки замовлень і передачі замовлень усередині складу відповідним підйомно-транспортним механізмам. Метою є забезпечення найбільш оптимального виробничого процесу. При цьому постановки цілей оптимального виробничого процесу можуть конкурувати між собою. Це можна пояснити на прикладі вимоги якомога більш швидкого виконання замовлення, що потребує залучення багатьох підйомно-транспортних засобів, і вимоги щодо скорочення підйомно-транспортних засобів для виконання замовлення.

Керування складом у рамках організації складу бере на себе, разом з керуванням запасами й приміщеннями, частину диспозитивного керування. Його найважливішим завданням є регулювання надходження й відправлення вантажів у зв'язку з вибором відповідного місця складування. Тут розрізняють так званий вибір місця складування при надходженні вантажу, тобто визначення вільного місця, придатного для артикула, з огляду на вантажо-підйомність і параметри складського товару, і вибір місця при відправленні вантажу, тобто, наприклад, визначення місця на підставі самої давньої дати надходження. Для розподілу складської площі є різні стратегії.

Стратегії ведення складського господарства. Саме стратегії вибору й розподілу місця складування, а також приймання й відправлення вантажу великою мірою визначають спосіб ведення складського господарства. Вони уможливають мінімізацію шляхів обслуговування складу, рівномірне навантаження на складські потужності й попереджають порушення терміну зберігання складованих товарів. Тому вибір стратегій з урахуванням особливостей підприємства має особливо важливе значення. Організація складу, тобто вибір технічних елементів системи й визначення їхніх параметрів, сильно залежить від обраної стратегії. Особливо впливає на стратегію ведення складського господарства вибір місця приймання й відправлення товару. Вони повинні бути по можливості розташовані з однієї сторони складу, щоб мінімізувати непотрібні шляхи пересування. Більші склади з високим оборотом у виняткових випадках можна завантажувати й розвантажувати з перпендикулярно розташованих сторін, щоб уникнути ушкоджень при русі складського товару.

Найважливіші стратегії керування складським господарством наведено у табл. 3.14.

Таблиця 3.14

Стратегії ведення складського господарства

Стратегія			Короткий опис	Переваги
Стратегії розподілу місця складування	Фіксоване призначення місця зберігання	Фіксоване складування	Фіксоване місце складування для кожного артикула	Надійність виїмки при повній втраті даних про місце
	Вільне призначення місця зберігання у фіксованій зоні	Зонування	Складування вантажних одиниць відповідно до частоти обороту	Підвищений оборот
		Поперечний розподіл	Складування декількох вантажних одиниць одного артикула в декількох проходах	Надійність виїмки при втраті одного підйомно-транспортного механізму
	Повністю вільне призначення місця зберігання	Хаотичне складування	Складування вантажних одиниць на будь-якому вільному місці	Підвищене використання ємності складу
Стратегії приймання й відправлення		Fifo	Війшов першим – відправлений першим	Попередження старіння товару
		Утворення відповідної кількості	Відправлення цілих або розділених вантажних одиниць відповідно до розміру замовлення	Підвищене використання площі, менше нагромадження запасів
		Оптимізація маршрутів приймання й відправлення	Відправлення вантажних одиниць артикула з найкоротшим шляхом обслуговування	Мінімізація шляхів руху
		Lifo	Відправлення останньої вантажної одиниці артикула, що надійшла	Уникання переміщення товару усередині складу при певній техніці складування

Розміщення вантажів на складі передбачає *фіксоване призначення місця зберігання, вільне призначення місця зберігання у фіксованій зоні й повністю вільне призначення місця зберігання* (називається також хаотичним складуванням). Двома типовими прикладами вільного призначення місця зберігання у фіксованій зоні є так зване зонування (також називається ABC-розподіл) і поперечний розподіл.

При зонуванні артикули підрозділяються відповідно до їх частоти обороту (за високою і низькою частотами) і розташовуються відповідно ближче або далі від пунктів приймання й відправлення, щоб мінімізувати шляхи руху.

При поперечному розподілі кілька вантажних одиниць одного артикула розподіляються на кілька проходів, щоб забезпечити можливість виймання їх навіть при поломці одного підйомно-транспортного засобу.

Щодо приймання й відправлення розрізняють такі принципи: *First in – first out (Fifo)*, для попередження старіння товару; *оптимізації маршрутів приймання й відправлення*, при якій необхідно миритися з довгим знаходженням окремих вантажних одиниць одного артикула на складі; *Last in – first out (Lifo)*, при використанні багатьох складських засобів.

Особливу роль у прийманні й відправленні відіграє так зване *утворення необхідної кількості*, при якому цілі або розділені вантажні одиниці відправляються з відхиленням від принципу Fifo, щоб досягти підвищеного використання площі й зниження нагромадження товарів у складах для комісіонування.

Стратегії розподілу місць складування, приймання та відправлення цілком можна комбінувати. Наприклад, фіксоване призначення місця часто сполучається з Lifo-складуванням, а хаотичне складування – з Fifo-принципом. Інші стратегії також знаходять своє застосування.

Якість організації складу. Якість обраних і встановлених стратегій складування, керування складом можна оцінити за допомогою різних критеріїв. При цьому виділяють *внутрішні й зовнішні величини якості складу*.

Рівень сервісу доставки (відповідає ступеню готовності до відправлення), *час доставки* (відповідає часу виконання замовлення) і *число повернень товару*, а також *скарги* відносять до *зовнішніх величин якості організації складу*.

Як *внутрішні величини якості складу* виступають: *число* вироблених робочих операцій і пов'язані з ним *витрати праці*; *документаційні витрати* (відомості, облікові документи й т. д.); *прозорість* виконання замовлення; залежність від знань і досвіду персоналу; понесені *складські втрати* через пропажі й *витрати на експлуатацію*.

Цілі й результати організації складу. Інформація й матеріал мають бути укладені в незалежні й паралельні потоки. Це означає, що інформація про замовлення повинна випереджати транспортування; супровідні дані, такі, як ідентифікація, мають надходити разом з вантажними одиницями, а після виконання замовлення в наявності залишаються піддані оцінці дані у вигляді

статистики. Ручне втручання в збір, обробку, переробку й передачу даних повинні бути мінімізовані.

В усі процеси повинні бути інтегровані контрольні механізми, такі, як контурний контроль допоміжних складських засобів і вантажних одиниць, перевірка облікових номерів артикулів через контрольні цифри, зчитування штрих-кодів, професійний контроль і контроль вантажозахоплювальних пристроїв.

3.2.5. Критерії вибору й системне порівняння

Найважливішими визначальними параметрами для вибору складу є характеристики вантажу, число складованих артикулів, кількість вантажу в артикулі, вага й габарити артикула, а також допоміжного навантажувального засобу й частота приймання й відправлення за день. Вирішальними для вибору складських засобів є перші серед названих. Частота приймання й відправлення, навпаки, має переважний вплив на вибір відповідної техніки для обслуговування складу.

Матриця, наведена у табл. 3.15, може послужити допомогою в орієнтуванні й підтримкою в першому грубому виборі складських засобів залежно від деяких важливих величин. Як параметри наводяться: *число вантажних одиниць* на артикулі; *число різних артикулів*; *вага*.

Розподіл на поняття *підходить*, *умовно підходить* і *погано підходить* варто розглядати як дуже приблизний й як такий, що не заміняє деталізований підхід у кожному окремому випадку. Він робить можливими лише тенденційні припущення, що дозволяють провести системно-технічне розрізнення складських засобів. Поняття *погано підходить* у цьому контексті часто означає не *не підходить*, а *не підходить раціонально*. Це можна простежити на прикладі легкого вантажу, який що хоч і можна зберігати в стелажах з важкою конструкцією, але це не здійснюють з міркувань раціональності.

Щоб зіставити переваги й недоліки різних складських засобів, у табл. 3.16 наведено огляд описаних складських засобів і їх приблизну суб'єктивну оцінку на підставі важливих визначальних критеріїв.

Спосіб дії відповідає методу аналізу практичної цінності й тому не може мати загальний характер. Отже, він повинен бути виконаний самостійно для кожного конкретного випадку на цьому прикладі, щоб дати різну оцінку щодо різних аспектів. Раціональним чином наведена матриця доповнена зважуванням критеріїв оцінки, що також має бути проведене з урахуванням особливостей застосування в кожному окремому випадку. У такий спосіб особливо важливі міркування будуть враховані при розгляді складських засобів більшою мірою, а другорядні критерії – відповідно меншою. Далі наводиться коротке пояснення критеріїв оцінки і їхніх впливів на вибір складських засобів.

Вата вантажної одиниці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	велика	●	●	●	●	○	○	●	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	○	●	○	○
		●	●	●	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○
мала		●	●	●	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	○	●	●

Умовні позначення: ● – добре підходить, ○ – погано підходить

Таблиця 3.16

Типовий приклад розрахунку частоти використання складського устаткування, що ґрунтується на цільових критеріях

Складське устаткування	Зберігання на стелажах																					
	Напольне зберігання		Статичне зберігання					Динамічне зберігання														
	Суцільна маса	Виряджай	Суцільні стелажі	Виряджай стелажів					Нерухомі стелажі, рухомі вантажні одиниці							Рухомі стелажі, нерухомі вантажні одиниці						
				приводні стелажі та сотові полиці	стелажі з полицями	стелажі з висувними шухлядами	підйомні або багатоярусні стелажі	стелажі з елементами консольні стелажі	переміщувані полиці, безперервне переміщення від власної ваги	висувні шухляди, безперервне переміщення від власної ваги	переміщувані полиці, безперервне переміщення від власної ваги	переміщувані полиці, циклічне переміщення від власної ваги	висувні шухляди, циклічне переміщення від власної ваги	тунельні стелажі циклічне переміщення від приводу	стелажі з горизонтальним обертанням	стелажі з вертикальним обертанням	пересувні обертальні стелажі	пересувні стелажі-столи	рядні пересувні стелажі	стелажі на напольних транспортерах		
Цільові критерії	у штабелях та без них	у штабелях та без них	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Ступінь автоматизації	○	○	○	●	○	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●	○	●	○	○	○	○	○

Продовження табл. 3.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Гнучкість при зміні кількості товарів	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	○
Доступ до даних кожної вантажної одиниці	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Fifo (first in, first out – першим прибув, першим вибув)	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●
Хаотичне складування	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●
Придатність до автоматичного збору замовлення	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Використання простору (відношення об'єму вантажу до загального об'єму складу)	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Використання площі (відношення площі вантажу до загальної площі складу)	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Організація з обробкою даних	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Здатність до розширення	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	●
Витрати на капітальні вкладення (складське та підімально-транспортне обладнання)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Витрати на обслуговування	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	○
Обмеження за висотою або довжиною	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●	○

Продовження табл. 3.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Легкість пошкодження та безпека аварій	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○
Прийняття на баланс вантажу	○	○	●	●	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Додаткове необхідне піднімально-транспортне обладнання для прийняття на склад та випуск зі складу	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Аварійність при порушеннях правил експлуатації складського устаткування та засобів обслуговування складу	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	○	○	○	○
Період доступу	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Умовні позначення: ● – сприятливе, ● – середнє, ○ – несприятливе

Ступінь автоматизації дозволяє судити про можливість інтеграції складських засобів в автоматичний матеріальний потік. Щоб це оцінити, необхідно також розглядати можливу техніку обслуговування складу.

Гнучкість при зміні кількості артикулів, на протигагу *гнучкості зміни обороту*, на яку сильно впливає техніка обслуговування складу, залежить від обраних складських засобів. Рівною мірою важлива гнучкість при зміні середніх запасів ураховується як визначальний критерій *здатності до розширення*.

Прямий доступ до кожної вантажної одиниці свідчить про те, що не потрібно ніяких додаткових витрат на переміщення вантажу, щоб вилучити будь-яку вантажну одиницю. Реалізувати його можна лише за допомогою деяких способів складування. На відміну від цього, можливість прямого доступу до кожного сорту артикулів є також у блокових і рядних складах і в набивних і каналних стелажах.

Принцип – First in – first out (Fifo) є стратегією обслуговування складу, яка стосується до кожної окремої вантажної одиниці. Вона реалізована не при будь-якому способі складування. Досить часто, однак, застосовується обмежений принцип Fifo, коли вантажні одиниці з однаковою датою приймання можуть бути розташовані в будь-якій послідовності. Обмежений принцип Fifo реалізується також у блокових і рядних складах, в набивних і каналних стелажах.

Хаотичне складування – це стратегія розподілу місця складування, в основі якої лежить абсолютно вільний розподіл місця складування. Відповідно в одному складському приміщенні зберігаються будь-які різні артикули в тимчасовому порядку.

Хаотичне складування неможливо здійснити при багатьох способах складування. При застосуванні ручного обслуговування складу або при ручному комісіонуванні (комплектуванні) вантажу, складованого без допоміжних навантажувальних засобів (наприклад, підлогові стелажі або стелажі з висувними ящиками), воно також не застосовується.

Придатність для автоматизованого комісіонування дає орієнтовне розуміння, чи підходять різні способи складування для автоматизованого комісіонування відповідно до поточного стану техніки.

Використання простору – це у даному випадку відношення обсягу складованого вантажу (включно з допоміжними навантажувальними засобами) до загального обсягу складу, що дозволяє судити, наскільки повно використовується дане приміщення. На використання простору, поряд з використанням площі, сильно впливає використання висоти. Тому низькі показники часто є наслідком обмеженої здатності до штабелювання вантажних одиниць, наприклад, при підлоговому зберіганні, а отже, недостатнього використання висоти приміщення. На відміну від цього, у підлогових

стелажах вони часто є результатом низького ступеня наповнення полиць і відповідно недостатнього використання висоти полиць.

Використання площі – це у даному випадку відношення площі складованого вантажу до загальної площі складу, що дозволяє судити, наскільки повно використовується наявна опорна площа. Воно сильно залежить від площі, необхідної для обслуговування складу, яку потрібно розглядати як допоміжну площу. Важливу величину в цьому контексті являють собою шляхи обслуговування складу і ширина їхніх проїздів. Показано, як можна мінімізувати непродуктивне пересування шляхом вигідного розподілу складованого вантажу з урахуванням частоти обслуговування. Наведено залежність ширини проїздів на складі від застосовуваної техніки обслуговування складу і можливість скорочення шляхів обслуговування складу за допомогою відповідної облаштованості руху по кривій. Використання площі й обсягу являють собою важливі параметри для проектувальника для оцінки економічної доцільності.

Організація з обробкою даних, подібно до ступеня автоматизації, дозволяє судити про можливість інтеграції в систему автоматизованого матеріального потоку.

Здатність до розширення дозволяє зробити висновок про гнучкість при зміні середніх запасів. Вона, звичайно, задається при статичному складуванні. При динамічному складуванні, навпаки, здатність до розширення присутня лише в обмеженому ступені в набивних і канальних стелажах і зовсім неможлива в карусельних і пересувних стелажах.

Обмеження за довжиною й висотою обумовлене, як правило, обмеженою придатністю до штабелювання (блокові й рядні склади) або до динамічного тиску (у набивних і канальних стелажах) вантажних одиниць.

Необхідність додаткової транспортної підйомно-транспортної техніки для приймання й відправлення показує, що із застосуванням динамічного складування можна скоротити застосування транспортної підйомно-транспортної техніки для приймання й відправлення.

У колонці аварійний режим при порушенні виробничого процесу складських засобів або техніки для обслуговування складу розглядаються варіанти складських систем з можливістю відправлення й приймання при виході з ладу техніки для обслуговування складу або привода динамічної системи складування.

Час доступу дає висновок про тривалість циклу при прийманні й відправленні. Він особливо великий при підлоговому складуванні або в набивних і канальних стелажах, коли необхідне переміщення вантажу.

Наступними важливими параметрами є *інвестиційні витрати, витрати на обслуговування, пошкоджуваність, небезпека нещасного випадку й навантаження на складований вантаж*.

Показники продуктивності й витрат деяких важливих способів складування. Показники продуктивності й витрат складування значною мірою залежать від потужностей складу й підйомно-транспортних механізмів, застосовуваних для приймання й відправлення. Тому неможливо навести загальні висновки внаслідок різноманіття можливих комбінацій і впливів.

Табл. 3.17 надає допомогу в приблизному орієнтуванні для оцінки показників продуктивності й витрат деяких найважливіших систем складування, що складаються із підйомно-транспортних і складських засобів і приміщень. Зона розвантаження, а також ділянка для комісіонування й зона навантаження сюди не включаються. При цьому встановлені наступні граничні умови.

Як вантаж застосовуються нормовані вантажні одиниці у формі європалет. За ємність складу беруть близько 3 000 одиниць, причому вантажні одиниці без стелажів можуть бути штабельовані до 3-х шарів. Робота виконується у дві зміни, кожна по 8 годин, 250 днів за рік. При цьому виробляється близько 50 пересувань товару на складі за годину.

У перших характеристичних рядках таблиці приблизно зіставлені важливі способи складування й відповідні підйомно-транспортні засоби й персонал, запропонована конструкція складу й габарити складу. Ці допущення щодо виконання складу можуть варіюватися залежно від застосування й відповідно мають характер прикладу.

У наступних рядках таблиці наведено важливі *показники складу* для порівняння систем складування. У центрі уваги перебувають питання використання обсягу простору й площі й можливості доступу до вантажних одиниць.

Витрати на придбання (інвестиційні витрати) розраховані окремо для складських засобів, підйомно-транспортного устаткування й приміщень. При цьому в основу покладені досліджені дані, які можуть варіюватися залежно від виробника й конструкції, а також положення на ринку. З їхньою допомогою розраховують ціну на місце складування для кожного способу складування й підйомно-транспортного устаткування й для всієї складської системи.

Для розрахунку *витрат на експлуатацію* були використані постійні й змінні витрати. *Постійні витрати* складаються з амортизаційних відрахувань, витрат на оплату відсотків за кредитом й відрахуваннями на страхування.

Амортизаційні відрахування обчислені відповідно до тривалості використання по службових амортизаційних таблицях у процентному співвідношенні від витрат на придбання. При цьому було враховано, що для складських засобів, підйомно-транспортного устаткування й приміщень справедливі, як правило, різні строки амортизації. У розрахунок були включені й усереднені дані про різні строки користування, специфічні для галузі.

Таблиця 3.17

Типовий приклад розрахунку доходів та витрат для різних складських систем

Складське устаткування	Зберігання в штабелях		Стелажі з полицями для піддонів		Багатоярусні стелажі	Стелажі з переміщуваними полицями	Тунельні стелажі		Пересувні стелажі	
	2 фронтальних навантажувачі	2 фронтальних навантажувачі	3 навантажувачі з поворотними вилами	1 велосипедний кран для обслуговування стелажів, 2 транспортери для розподілення вантажів	2 велосипедні крани для обслуговування стелажів з телескопічними вилами	2 фронтальних навантажувачі	1 велосипедний кран для обслуговування стелажів, 2 тунельних транспортери	2 велосипедних крани для обслуговування стелажів, 2 тунельних транспортери	2 фронтальних навантажувачі	1 велосипедний кран для обслуговування стелажів, 2 транспортери для розподілення вантажів
ступінь автоматизації	ручне керування	ручне керування	ручне керування	автоматичне керування	автоматичне керування	ручне керування	автоматичне керування	автоматичне керування	ручне керування	автоматичне керування
	2 особи на зміну	2 особи на зміну	3 особи на зміну	1 особа на зміну	1 особа в зміну	2 особи на зміну	1 особа на зміну	1 особа на зміну	2 особи на зміну	1 особа на зміну
	1 головний прохід, 50 рядів по довжину, 10 піддонів з кожної сторони, 3-ярусний штабель	3 головних проходи, 2 поперечних проходи, 10 блоків з 300-ми піддонами в шкільному, 3-ярусний штабель	3 проходи по 84 піддони на кожний, 6-ярусне складування, ширина проходу 1200 мм	4 тунелі з 60-ма піддонами, 6-ярусні тунелі, ширина проходу 1200 мм	2 проходи з 50-ма піддонами, 15-ярусне складування, ширина проходу 1200 мм	20 тунелів з 25-ма піддонами, 6-ярусні тунелі, ширина тунелю 1200 мм	20 тунелів з 25-ма піддонами, 6-ярусні тунелі, ширина тунелю 800 мм	20 тунелів з 25-ма піддонами, 6-ярусні тунелі, ширина тунелю 800 мм	1 головний прохід, праворуч і зліва по п'ять проходів з 30-ти місць для піддонів, 5-ярусне складування, ширина проходу 1200 мм	1 головний прохід, праворуч і зліва по п'ять проходів з 30-ти місць для піддонів, 5-ярусне складування, ширина проходу 1200 мм
	структура складу	структура складу	структура складу	структура складу	структура складу	структура складу	структура складу	структура складу	структура складу	структура складу
розміри складу, включаючи проходи без прилеглих територій, м	45,1 × 30,3 × 3,2	49,9 × 36,3 × 3,2	84,2 × 12,3 × 7,2	62,3 × 15,7 × 8,1	50,0 × 7,8 × 18,9	30,2 × 22,1 × 8,4	30,5 × 23,7 × 8,9	30,5 × 24,9 × 8,9	16,2 × 60,3 × 6,2	57,4 × 13,9 × 7,2

СТРУКТУРА СКЛАДУ

Продовження табл. 3.17

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Витрати на обслуговування	будови ¹ , \$	480 000	635 000	970 000	1 030 000	570 000	730 000	835 000	880 000	790 000	750 000
	загальні	560 000	715 000	1 435 000	2 055 000	1 975 000	1 760 000	2 025 000	2 345 000	1 820 000	2 515 000
	ціна місяця для піддону без будов, \$	27	27	154	339	468	343	397	488	343	588
	ціна місяця для піддону, \$	187	238	474	680	658	587	675	782	607	838
	постійні витрати, \$/а	63 000	77	172	268	307	203	251	304	209	329
	змінні витрати, \$/а	236 000	244 000	376 000	240 000	289 000	335 000	210 000	244 000	350 000	354 000
	загальні витрати, \$/а	299	321 000	548 000	508 000	596 000	538 000	461 000	548 000	559 000	683 000
	витрати на кожен рух вантажу, \$	1,5	1,6	2,74	2,54	2,98	2,69	2,3	2,74	2,8	3,41
	витрати на кожне складське місце, \$	100	107	181	168	199	179	154	183	186	228

Примітки: 1) емпіричні дані на 2017 рік; 2) відношення площі складування до загальної площі складу; 3) відношення об'єму вантажу, що зберігається, до загального об'єму складу без прилеглих територій; 4) відношення можливої кількості захоплюваних вантажних одиниць до кількості всіх вантажних одиниць, що зберігаються на складі.

Граничні умови: вантажна одиниця: європіддон (800 × 1200 × 1000);

маса: 1 т;

кількість вантажних одиниць: 3 000 штук

кількість можливих ярусів: 3 яруси

структура товару: <100 товарів

рух складських запасів: 50 європіддонів за годину

організація роботи: 2 зміни, 250 днів по 8 годин

Витрати на оплату відсотків за кредитом становили 7 % витрат на придбання відповідно до рівня процентних ставок.

Відрахування на страхування у середньому дорівнювали 1,5 %, причому не враховувалися обмеження щодо складських засобів, підйомно-транспортного устаткування й приміщень.

Змінні витрати склалися з витрат на ремонт і технічне обслуговування, витрат на енергію й заробітну плату.

Річні витрати на ремонт і технічне обслуговування розраховані з різними процентними сумами залежно від різних складських засобів, підйомно-транспортного устаткування й приміщень. Тут були покладені в основу дослідні величини, які можуть значно коливатися залежно від виробника, конструкції й строку експлуатації.

Витрати на енергію в середньому дорівнювали 3 % від витрат на придбання за зміну для динамічних складських засобів, підйомно-транспортного устаткування й приміщень.

Витрати на заробітну плату в середньому становили 50 000 євро на людину за рік.

Річні постійні й змінні витрати просумовані в останніх рядках таблиці й підсумовані в річні загальні витрати. Для умовних продуктивності й потужності складу визначено витрати на рух товару на складі й на одиницю площі.

Встановлено, що наведене порівняння може привести до зовсім інших результатів у конкретному випадку застосування, й на цьому прикладі не зроблена оцінка на користь однієї системи складування.

3.3. Транспортна підйомно-транспортна техніка

Транспортування – це «переміщення предметів праці або людей в одній системі».

Підйомно-транспортна техніка – це техніка для переміщення «вантажів у будь-якому напрямку на обмежені відстані за допомогою технічних допоміжних засобів [5, 6, 7, 8, 9, 10].

Підйомно-транспортні засоби – це транспортні засоби, які застосовуються в межах локально обмежених і взаємозалежних виробничих одиниць (наприклад, усередині цеху, складу, аеропорту). Транспортні засоби служать для зміни місця розташування людей або вантажів.

Підйомно-транспортні установки – це підйомно-транспортні засоби з локально обмеженою сферою використання роботи.

Потік матеріалу, що транспортується, – це кількість переміщуваного вантажу в одиницю часу, обмірювана на певній станції або в певній сфері.

Він залежить від підйомно-транспортної техніки й потужності підйомно-транспортних засобів.

3.3.1. Завдання підйомно-транспортної техніки

Підйомно-транспортні засоби – це технологічне устаткування для матеріального потоку, що виконує завдання транспортування, розподілу, збору (комісіонування) і нагромадження. На відміну від інших робочих і виробничих засобів, вони характеризуються динамікою й призначені для сполучення функціонально зв'язаних сфер діяльності, наприклад, для транспортування між різними робочими процесами, між складом і виробництвом, від виробництва до відправлення.

Поряд з основним завданням транспортної підйомно-транспортної техніки існують додаткові завдання, такі, як розподіл, збір, нагромадження (складування) і комісіонування. Підвезений товар повинен бути розвантажений і розподілений. Для розподілення необхідно забезпечити транспорт. Артикул, що підлягає комісіонуванню, повинен бути зібраний і відправлений або ж товар повинен бути підготовлений до комісіонування. Іншими важливими завданнями є накопичення вантажних одиниць і дотримання строків, тобто виконання транспортних операцій за певний час.

Транспортування являє собою одну з найважливіших функцій матеріального потоку. Тільки за допомогою відповідної диспозиції й пристосованих до асортиментів артикулів підйомно-транспортних засобів можна одночасно підготувати артикули до *in-Time-відправлення* з мінімізацією запасів і скоротити час виробничого циклу. На тлі гострої конкуренції підйомно-транспортним засобам буде надаватися все більше значення.

Підйомно-транспортні процеси характеризуються різними переміщеннями вантажів. Підйомно-транспортні засоби характеризуються певною потужністю, що часто описується поняттям *кількість, маса або обсяг матеріалу, що транспортується*, і визначається терміном *потік матеріалу, що транспортується*. При цьому розрізняють, залежно від переміщення вантажу, постійний потік матеріалу, що транспортується (сипучі вантажі на підйомно-транспортних механізмах безперервної дії), дискретний постійний потік матеріалу, що транспортується (штучні вантажі на підйомно-транспортних механізмах безперервної дії) і перериваний дискретний потік матеріалу, що транспортуються, (штучні й сипучі вантажі на підйомно-транспортних механізмах циклічної дії).

3.3.2. Систематика транспортних підйомно-транспортних засобів

Систематика транспортних підйомно-транспортних засобів у літературі звичайно проводиться відповідно до їх конструкції. При розробці сучасної

підйомно-транспортної техніки, однак, більше уваги приділяється не техніці виконання окремих функцій, а міркуванням щодо її застосування, з метою оптимального виконання функцій матеріального потоку в різних областях експлуатації. Тому підрозділ підйомно-транспортних засобів треба виконувати, виходячи не винятково з технічних, а скоріше з системно-технічних критеріїв, беручи до уваги різні області застосування й завдання. При цьому варто розглядати всі можливі перетинання областей застосування деяких підйомно-транспортних засобів, щоб систематизувати їх з системно-технічної точки зору (рис. 3.8).

Для визначення критеріїв поділу необхідно встановити деякі цільові напрямки для майбутньої підйомно-транспортної системи. Найбільше значення матиме, поряд з виробничою потужністю, також гнучкість підйомно-транспортних засобів, через що була визначена ясна тенденція переходу від широко розповсюджених у наші дні підйомно-транспортних механізмів безперервної дії до більш гнучких підйомно-транспортних механізмів циклічної (переривчастої) дії. До того ж виразно простежується тенденція переходу від систем, що обслуговуються вручну, до автоматичного.

Щодо підйомно-транспортних механізмів циклічної дії можна виділити три головних напрямки їх розвитку, які значною мірою торкнуться підйомно-транспортної техніки в найближчі роки. По-перше, будуть застосовані підлогові, вільно рухливі й повністю автоматичні підйомно-транспортні пристрої, доповнені функціями нагромадження і обігу. По-друге, частіше будуть застосовувати виносні підйомно-транспортні засоби шатлового типу. Їх можна буде використовувати на виробництві й на складі. Третім напрямком є підвісні підйомно-транспортні механізми циклічної дії, такі, як електричні підвісні конвеєри, що застосовуються як для транспортування, так і для обігу товару. Вони, як і підлогові підйомно-транспортні засоби, практично не перешкоджають роботі інших робочих засобів.

На тлі описаних тенденцій основним відмітним критерієм є *постійний* або *перериваний* потік матеріалу, що транспортується підйомно-транспортними засобами постійної або циклічної дії, для оцінки переважного критерію гнучкості.

Підйомно-транспортними засобами постійної дії утворюється постійний (сипучі вантажі) або дискретний постійний (штучний вантаж) потік матеріалу, що транспортується: вони працюють протягом тривалого періоду часу, причому їхні приводи (якщо такі є) працюють у стаціонарному режимі безперервної роботи і їхні несучі частини не мають постійного привода. Завантаження й розвантаження відбувається під час експлуатації, вантажо-захоплювальні пристрої при цьому постійно (роликово-стрічковий конвеєр, стрічковий конвеєр і т. ін.) або майже постійно (круговий конвеєр) готові до завантаження або розвантаження.

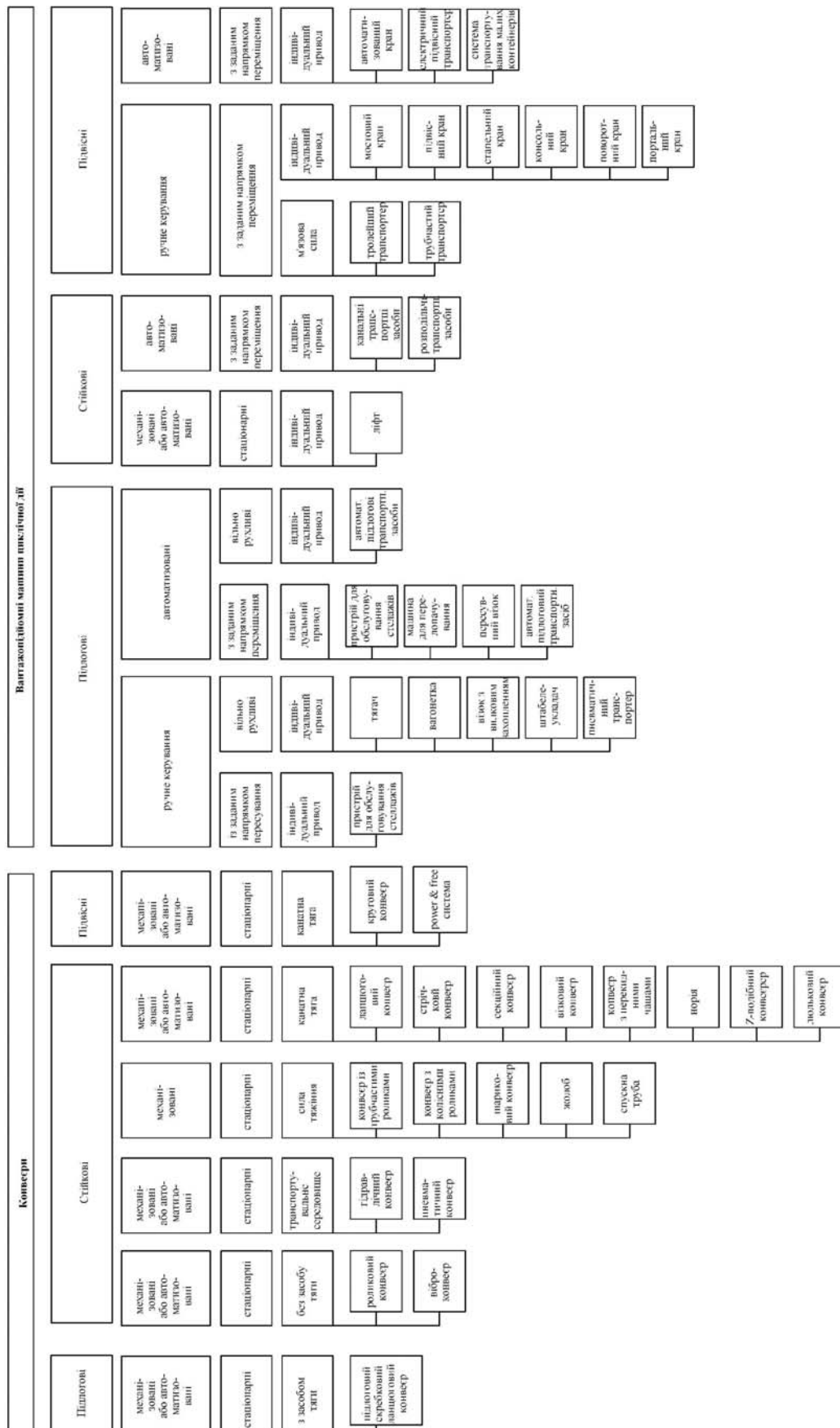


Рис. 3.8. Систематика транспортно-підйомно-транспортної техніки

Підйомно-транспортні засоби постійної дії звичайно обладнані нерухливими установками, такими, як рейки, стійки й ін., що обмежує їхню гнучкість і часто являє собою перешкоду для інших робочих засобів.

Підйомно-транспортні засоби циклічної дії, навпаки, роблять перериваний потік матеріалу, що транспортується, і здійснюють окремі робочі цикли з певною тривалістю. Їхні приводні механізми працюють у повторно-короткочасному режимі, оскільки їхнє завантаження й розвантаження здійснюється під час зупинки, а вантажозахоплювальні пристрої відповідно готові до захоплення або віддачі вантажу часто лише в певних положеннях. Процеси переміщення вантажу, порожнього пересування, сполучення й зупинки змінюють один одного. Підйомно-транспортні засоби циклічної дії постачені приводами практично для кожної несучої частини. Виключенням є скребкові конвеєри. Підйомно-транспортні засоби циклічної дії можуть бути сконструйовані зі стаціонарними установками або без них і відповідно розрізняються гнучкістю й ступенем перешкод іншим процесам.

У недавньому минулому усе більш часто виробляються автоматичні підйомно-транспортні системи з більшою кількістю підйомно-транспортних засобів циклічної дії (наприклад, самокеровані транспортні системи, підвісні конвеєрні установки або системи транспортування малих контейнерів). У цих системах може бути реалізована підйомно-транспортна система *квазі-постійної дії* щодо процесу транспортування й виробничої потужності, шляхом послідовного з'єднання багатьох підйомно-транспортних засобів циклічної дії з одним напрямком переміщення й виключенням човникового руху. При цьому поєднуються переваги підйомно-транспортних засобів постійної (наприклад, їхня висока продуктивність) і циклічної (наприклад, менше перешкоджання виробничому процесу) дії. Для транспортування неістотно, чи транспортується вантаж по сотні ковшів одного ківшевого конвеєра з єдиним засобом тяги або по сотні ходових механізмів електричного підвісного конвеєра з окремими приводними механізмами.

Це зміна понять підйомно-транспортних засобів постійної й циклічної дії внаслідок зміни можливостей їхнього застосування. Тому розмита границя між ними сильно обмежує у майбутньому їхнє значення як класифікаційний критерій. Тому в майбутньому для класифікації підйомно-транспортних засобів щодо сфери експлуатації необхідно скоріше застосовувати критерії, які відповідають конкретним випадкам застосування й завданням. Такими критеріями, наприклад, є *рівень транспортування*, на якому переміщається вантаж, *рівень пересування*, і *область обслуговування*, у якій виконується транспортування.

Згідно з цими критеріями підйомно-транспортні засоби підрозділяються на машини підлогового транспорту, стійкові й підвісні. Область обслуговування може бути лінійною (з установленим шляхом пересування

без піднімального механізму, наприклад, рухливі візки), вертикальною дископодібною (з установленим шляхом пересування з піднімальним механізмом, наприклад, пристрої для обслуговування стелажів), горизонтальною дископодібною (вільно рухомі засоби без піднімального механізму, наприклад, тягачі) або прямокутною (вільно рухомі засоби з піднімальним механізмом, наприклад, штабелеукладачі).

При класифікації підйомно-транспортних засобів постійної дії найбільш важливим критерієм є *рівень транспортування*, оскільки через їхню стаціонарність не може йти мова про рівень пересування (виключенням є підлогові скребкові ланцюгові конвеєри). Відношення до одного рівня транспортування звичайно є однозначним; відповідно виділяють підлогові, стійкові й підвісні засоби. У деяких випадках можливо віднести підйомно-транспортні засоби постійної дії до декількох категорій, оскільки деякі засоби можуть альтернативно застосовуватися на різних рівнях (наприклад, роликовий конвеєр, може застосовуватися на стійках або підвішуватися під стелею приміщення). У цих випадках розподіл відбувається відповідно до дійсного на даний момент варіанту застосування.

Щодо підйомно-транспортних засобів циклічної дії як найбільш значущий критерій використовують, як правило, *рівень пересування*. Підйомно-транспортні засоби циклічної дії найчастіше оснащені піднімальними установками (пристрої для обслуговування стелажів, штабелеукладачі, крани) і мають, приміром, вертикальну дископодібну або прямокутну область обслуговування. Таким чином, вони не експлуатуються на одному певному рівні транспортування. Тому при їхній класифікації враховують і переважний рівень транспортування (наприклад, підвісний рівень для порталних кранів) або ж, якщо неможливо виділити основний рівень транспортування, і рівень пересування (наприклад, для пристроїв для обслуговування стелажів і штабелеукладачів).

Підлоговими називають підйомно-транспортні засоби, які використовують шляхи пересування по підлозі або пересуваються по інших пристосуваннях, установлених у підлозі (наприклад, підлогові скребкові ланцюгові конвеєри). Підлога при цьому, як правило, є й рівнем пересування і рівнем транспортування вантажу, що перебуває на підйомно-транспортному засобі або по його сторонах.

Як правило, стаціонарно встановлені пристосування не створюють ніяких перешкод для функціонування інших робочих засобів, якщо сам підйомно-транспортний засіб у цей час перебуває в іншому місці. Граничним випадком є підйомно-транспортні засоби, що пересуваються по розташованих на підлозі рейках, які злегка видаються над рівнем підлоги (наприклад, пристрої для обслуговування стелажів, пересувні візки й т. ін.). Вони також відносяться до підлогових засобів, хоча їхні рейкові балки можуть

створювати відомі незручності для інших підйомно-транспортних засобів, чий траєкторії з ними перетинаються.

Підйомно-транспортні засоби, які розташовані на опорах (постійної дії) або на встановлені на стійках рейках (циклічної дії) на певній висоті над підлогою, називають *стойковими*. Вони пересуваються й оперують на певній висоті над підлогою, причому транспортується вантаж, що може перебувати як над (наприклад, роликовий конвеєр, стрічковий конвеєр і т. ін.), так і під підйомно-транспортним засобом (наприклад, візковий конвеєр). Вони мають стаціонарні установки і стоять на постійній перешкоді для інших робочих засобів. Вони часто застосовуються в місцях, де не використовуються інші підйомно-транспортні засоби. Вони також можуть застосовувати на різній висоті (наприклад, візкові конвеєри, Z-конвеєри, патерностер); у такий спосіб можна зменшити їхній негативний вплив на інші засоби. Нарешті, *підвісні* підйомно-транспортні засоби закріплюються на стелі приміщення (підйомно-транспортні засоби постійної дії, наприклад, кругові конвеєри), пересуваються по закріплених на стелі рейках (підйомно-транспортні засоби циклічної дії, наприклад, електричний підвісний транспортер, система транспортування малих контейнерів, підвісний кран), по рейках, закріплених на стінах приміщення за допомогою декількох опор (наприклад, мостовий кран) або по рейках, закріплених на малій кількості встановлених на підлозі опор. Вони характеризуються тим, що рівень транспортування вантажу розташований над фактичним робочим рівнем виробництва. Те ж, як правило, справедливе, хоча й не у всіх випадках, для рівня пересування. Хоча поворотні крани й установлюються на підлозі, рівень пересування їхніх кранових візків і переважний рівень транспортування розташовані над робочим рівнем, внаслідок чого поворотні крани відносять до підвісних засобів. Те ж справедливе й для козлових кранів. Їхнє пересування здійснюється по підлогових опорах. Однак їхній переважний рівень транспортування однозначно підвісний, тому й козлові крани відносять до підвісних підйомно-транспортних засобів. Вантаж транспортується, як правило, у підвішеному стані й перебуває відповідно під підйомно-транспортним засобом. Виключенням є системи транспортування малих контейнерів. Абсолютно всі підвісні підйомно-транспортні засоби мають стаціонарні установки, однак вони створюють перешкоди лише у виняткових випадках (наприклад, електричні підвісні транспортери), якщо їхній рівень транспортування розташований над робочим рівнем.

Значний вплив на можливість інтеграції підйомно-транспортних засобів в автоматизовані системи матеріального потоку створює *ступінь автоматизації обслуговування підйомно-транспортних засобів*, що служить третім критерієм класифікації. У систематиці відповідно до рис. 3.8 переважно наведено підйомно-транспортні засоби, у яких рух вантажу здійснюється

без людського втручання (виключення становлять тролейні й трубчасті підвісні шляхи).

Обслуговуваними вручну називають такі підйомно-транспортні засоби, водіння яких й керування якими здійснюється людиною (напрямок, гальмування, прискорення й т. д.).

Механізованими називають підйомно-транспортні засоби, які працюють без безпосереднього втручання людини, вимагають винятково простого керування (старт, стоп і т. д.) і не вимагають прийняття оперативних рішень.

Нарешті, *автоматизованими* називають підйомно-транспортні засоби, коли не тільки пересування, але й комплексне керування відбувається без втручання людини, тобто коли людина виконує лише функцію спостереження, а фактичне керування здійснюється комп'ютером. Автоматизовані підйомно-транспортні засоби можуть приймати оперативні рішення й у перспективі будуть конструюватися із застосуванням сенсорних систем повністю автономними. Вони дедалі меншою мірою вимагають керування вищого комп'ютера й можуть поступово перейняти багато завдань головного обчислювального пристрою.

На рис. 3.8 обслуговувані вручну підлогові транспортери, тягачі, вагонетки, візки з вилочним захоплювачем і штабелеукладачі у колонці «автоматизовані» об'єднані з *автоматичними підлоговими транспортними засобами*. Те саме справедливе й для різних кранів, таких, як мостові, підвісні, консольні, штабелювальні, козлові й поворотні, які включені в рубрику автоматичних кранів.

Для підйомно-транспортних засобів як безперервної, так і циклічної дії, на всіх згаданих вище рівнях пересування для оцінки гнучкості й ступеня перешкоджання велике значення має *ступінь їх рухомості*. Він дозволяє судити, чи є підйомно-транспортний засіб *стаціонарним* і може обслуговувати лише обмежену область, або ж має *заданий напрямок руху* або є *вільно рухомим*. Засоби із заданим напрямком руху або ж лінійно рухомі підходять перш за все для значної відстані пересування і мають лінійну або вертикальну дископодібну область обслуговування. Вільно рухомі підйомно-транспортні засоби підходять для будь-якого застосування. Вони мають горизонтальну дископодібну або прямокутну область обслуговування.

Підйомно-транспортні засоби безперервної дії в основному є стаціонарними, а отже, мають малу гнучкість при зміні схем розташування й високий ступінь перешкоджання.

Підйомно-транспортні засоби циклічної дії, за винятком ліфта, є рухомими. Це справедливо для всіх стійкових і підвісних підйомно-транспортних засобів циклічної дії. Серед підлогових підйомно-транспортних засобів циклічної дії можна виділити групу обслуговуваних вручну, які відрізняються вільною рухомістю й більш високим ступенем гнучкості. У майбут-

ньому, поряд з обслуговуваними вручну підлоговими транспортними засобами, дедалі частіше будуть застосовуватися автоматичні, які зможуть пересуватися незалежно від напрямної лінії. Ці підйомно-транспортні засоби, а також локаційна техніка й системи керування сьогодні розвиваються і вимагають посиленого впровадження.

Деякі вільно рухомі, обслуговувані вручну підйомно-транспортні засоби, такі, як візки або тягачі, застосовуються також із заданим напрямком руху на рейках. Але їх не слід далі розглядати в цьому контексті.

Для планувальника систем матеріального потоку й для інтеграції його в автоматичні системи істотним є керованість підйомно-транспортного засобу, що тісно пов'язана з видом приводу й видом трансмісії. Так, принципово виділяють моторний привід, дія сили ваги й дія м'язової сили, які в розглянутих системах, однак, мають другорядне значення.

Підйомно-транспортні засоби безперервної дії, як правило, обладнані моторним приводом (в основному, електродвигуни), причому зусилля передається через *засіб тяги* на інші несучі елементи. \

Як альтернатива існують моторні приводи, такі, як роликові конвеєри або із транспортуючим середовищем, наприклад, гідравлічні або пневматичні засоби. Паралельно з моторним приводом підйомно-транспортні засоби безперервної дії часто реалізуються із гравітаційним приводом, насамперед коли мова йде про короткі з'єднуючі конвеєри або паралельні тупикові лінії накопичування.

Підйомно-транспортні засоби циклічної дії, як правило, мають окремий привід. Виключення становлять тягачі, оскільки їхні причеми не обладнані приводом. Підйомно-транспортні засоби циклічної дії у вигляді виключення можуть приводитися в дію м'язовою силою (наприклад, тролейні або трубчасті транспортери).

Як правило, підйомно-транспортні засоби з моторним приводом легше автоматизуються, ніж із гравітаційним приводом або із приводом від м'язової сили, оскільки рух можна зупинити або запустити заново в будь-який момент.

Системно-технічний інтерес при передачі навантаження й процесах перевалки становить поділ дій підйомно-транспортного засобу на *активні* й *пасивні*. Можна помітити тенденцію, що підйомно-транспортні засоби безперервної дії здебільшого пасивні (виключенням є роликові транспортери зі станціями примикання, коліскові транспортери і т. д.), а підйомно-транспортні засоби циклічної дії, як правило, активні (виключення становлять платформні візки, причеми й т. д.).

У літературі *основний напрямок транспортування* часто виділяють як окрему ознаку. Оскільки лише деякі підйомно-транспортні засоби, такі як ліфти, підйомники й патерностери мають абсолютно вертикальний основний

напрямок транспортування, а більшість має горизонтальний або похилий напрям, цей критерій не заслуговує на увагу.

У систематиці згідно з названими критеріями можна знайти і класифікувати практично будь-які описані в літературі види конструкцій підйомно-транспортної техніки. Не виділені тут в окрему групу підлогові транспортні засоби – це, приміром, підлогові підйомно-транспортні засоби циклічної дії. Вони зазвичай обслуговуються вручну, але можуть бути й автоматичними. Вони пересуваються вільно або по заданому шляху пересування і мають власний привід.

Подана на рис. 3.8 класифікація дозволяє ще більш чітко окреслити описані раніше тенденції. Застосування підйомно-транспортних засобів постійної дії, виконаних переважно стійковими, буде скорочуватися. Підйомно-транспортні засоби постійної дії, внаслідок свого стаціонарного характеру, створюють перешкоди для інших засобів і мають недостатню гнучкість. Дедалі частіше будуть використовуватися підлогові або підвісні підйомно-транспортні засоби циклічної дії, які мають гнучке застосування й створюють менше перешкод для інших робочих засобів.

На рис. 3.9 подані різні пристрої, які використовуються у зв'язку із транспортувальною функцією матеріального потоку. Залежно від виду підйомно-транспортні засоби складаються з металоконструкцій (рами, станини), ходових механізмів, приводного механізму (мотори, трансмісії, засоби тяги) і апаратури керування, також із вантажних пристроїв. Якщо додати до згаданого вище *шляхи пересування* і їх метало- і бетоноконструкції (фундаменти, залежні спорудження, рейки) одержимо відповідну *підйомно-транспортну техніку*. Вона, у свою чергу, при хорошій організації і включенні інформаційних засобів, а також при наявності *станцій передачі навантаження*, сконструйованих для підйомно-транспортної техніки або встановлених на підйомно-транспортному засобі *засобів обігу*, у сумі дає *підйомно-транспортну систему*.

3.3.3. Підйомно-транспортні засоби постійної дії

Підйомно-транспортні засоби безперервної дії можуть бути підлоговими, стійковими і підвісними. Вони, як правило, механізовані або автоматизовані, що дозволяє їхню інтеграцію в різні системи матеріального потоку. Підйомно-транспортні засоби безперервної дії, як правило, стаціонарні, через що виникає низька гнучкість при змінах планування складу (у зміні курсу або зміні кількості зупинок) і перешкода для інших робочих і підйомно-транспортних засобів. Зміни планування зазвичай означають зміну конструкцій або апаратури керування підйомно-транспортних засобів. Відповідно підйомно-транспортні засоби також мають дуже обмежену здатність до розширення. Загалом кажучи, вони мають вигідне відношення власної ваги

до необхідного корисного навантаження, часто менше одиниці. Крім того, вони здебільшого обладнані засобами тяги, такими як ланцюг, і мають електричний привід. При переміщенні на короткі відстані їх часто успішно застосовують із використанням сили ваги.

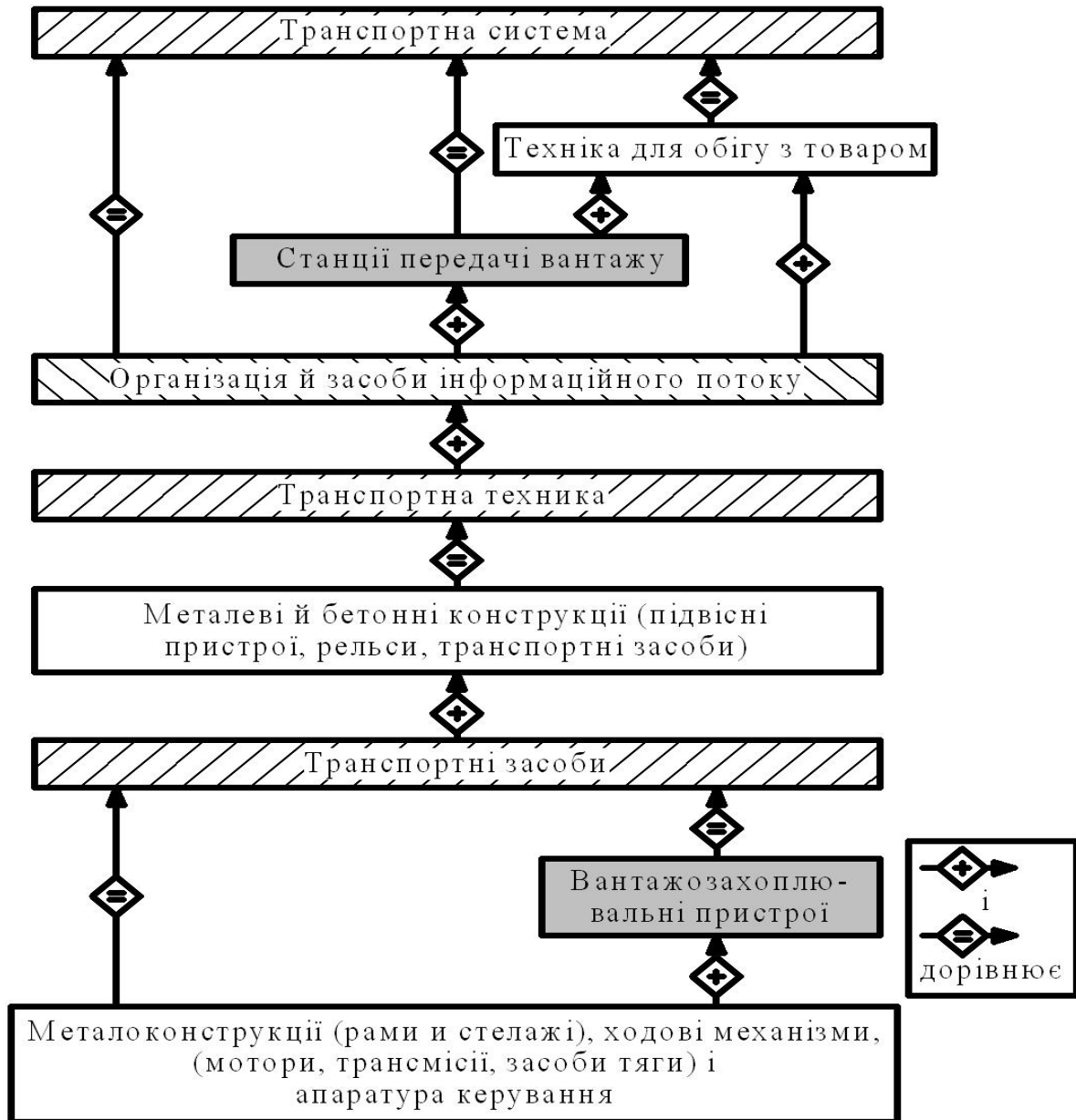


Рис. 3.9. Структура підйомно-транспортних систем

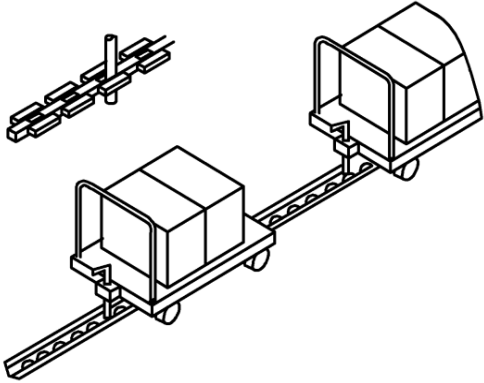
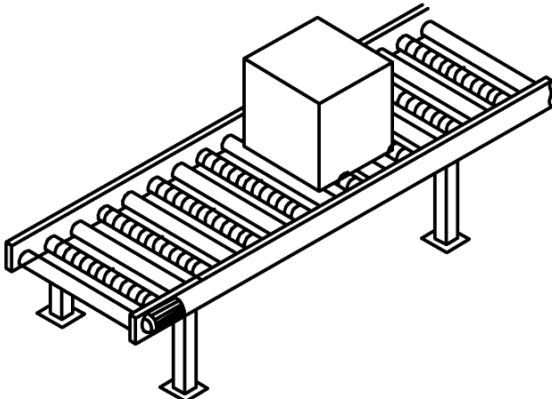
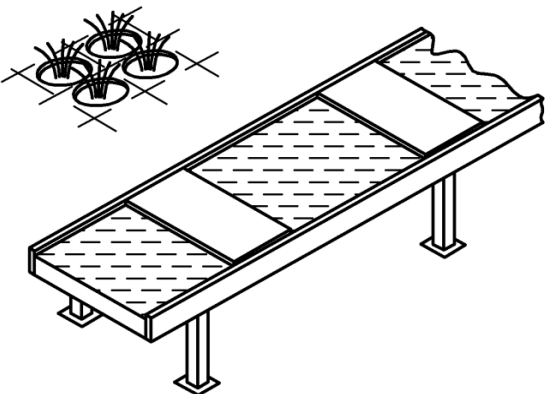
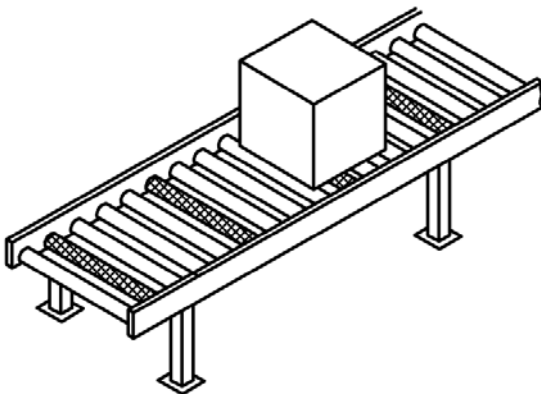
У процесах завантаження й розвантаження підйомно-транспортні засоби безперервної дії зазвичай пасивні, що часто робить необхідним застосування активних перевалочних засобів. В окремих випадках процес розвантаження може бути активним (наприклад, роликовий конвеєр), і від

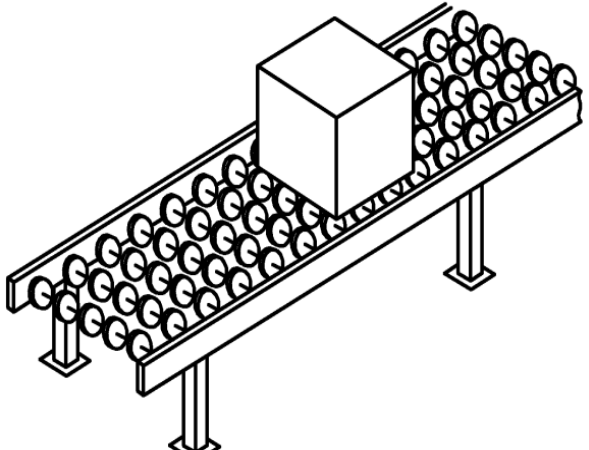
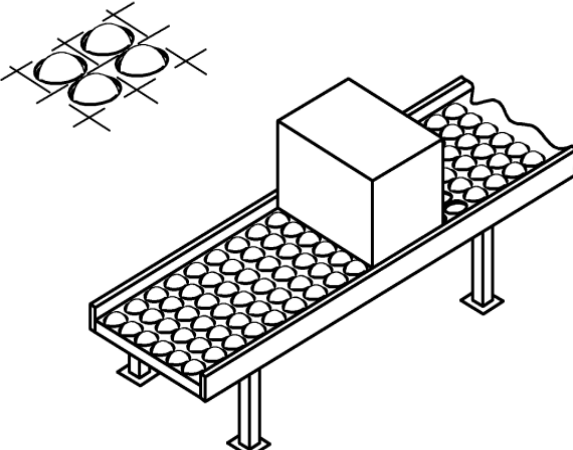
застосування активних перевалочних засобів можна відмовитися. Тому кількість пунктів завантаження й розвантаження важких вантажних одиниць звичайно чітко визначено внаслідок необхідності застосування перевалочних засобів, у той час як при перевалці легких вантажних одиниць уздовж шляхів транспортування їхня кількість може бути будь-якою.

На табл. 3.18–3.20 подані зразкові важливі підйомно-транспортні засоби постійної дії відповідно до систематики підйомно-транспортних засобів, представленої на рис. 3.8.

Таблиця 3.18

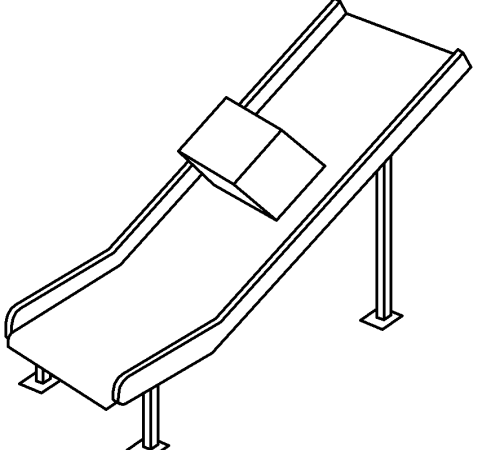
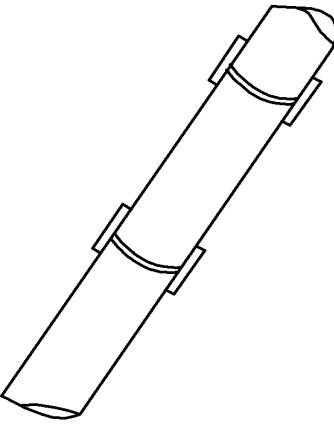
Приклади найважливіших транспортних засобів безперервного транспорту

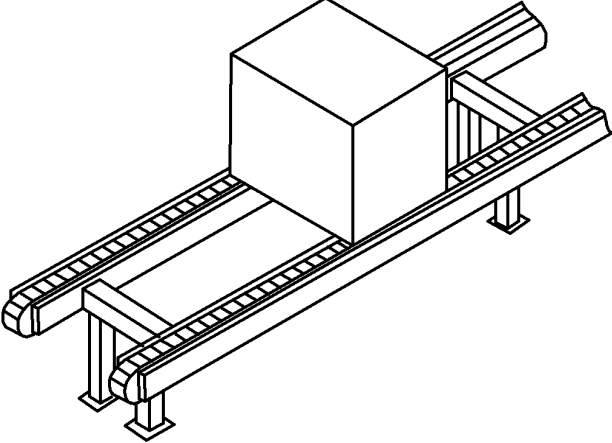
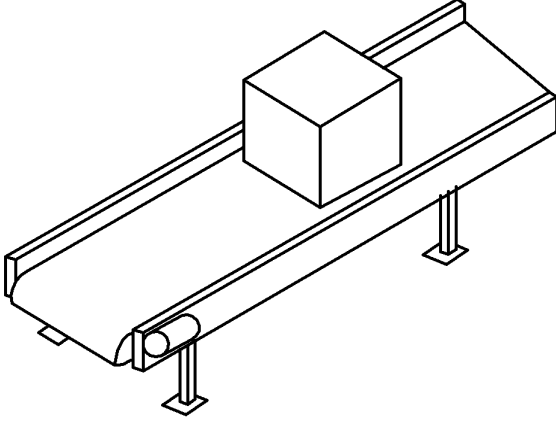
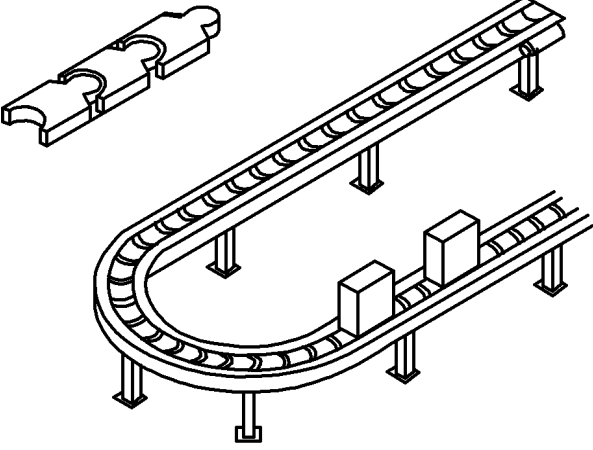
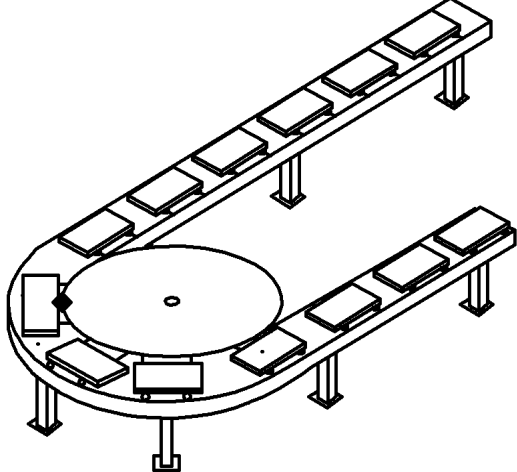
Транспортер з тяговим ланцюгом, що розташований під підлогою	Рольганг з привідними роликами
	
<ul style="list-style-type: none"> – підлоговий; – механізований або автоматизований; – стаціонарний; – тяговий орган 	<ul style="list-style-type: none"> – піднятий відносно підлоги; – механізований або автоматизований; – стаціонарний; – без тягового органу
Пневматичний транспортер	Рольганг з рухом вантажу під дією сили тяжіння
	
<ul style="list-style-type: none"> – піднятий відносно підлоги; – механізований або автоматизований; – стаціонарний; – транспортуюче середовище 	<ul style="list-style-type: none"> – піднятий відносно підлоги; – механізований або автоматизований; – стаціонарний; – сила тяжіння

Роликовий транспортер	Шариковий транспортер
	
<ul style="list-style-type: none"> – піднятий відносно підлоги; – механізований; – стаціонарний; – сила тяжіння 	<ul style="list-style-type: none"> – піднятий відносно підлоги; – механізований; – стаціонарний; – сила тяжіння

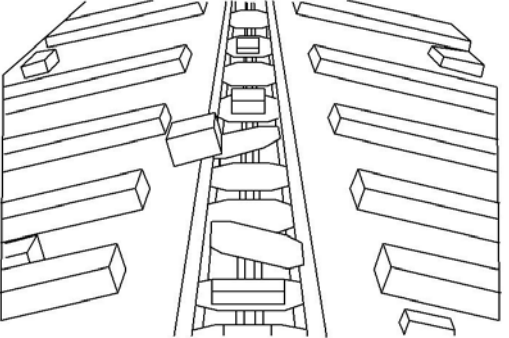
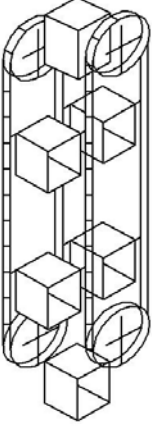
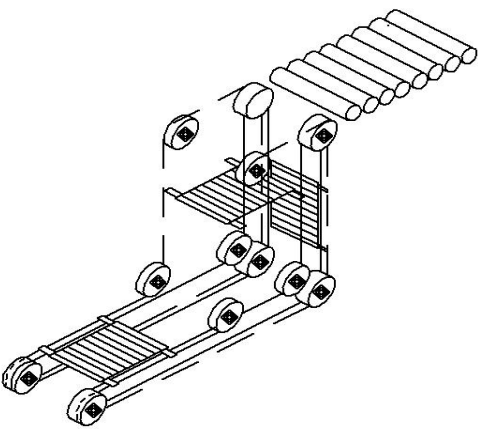
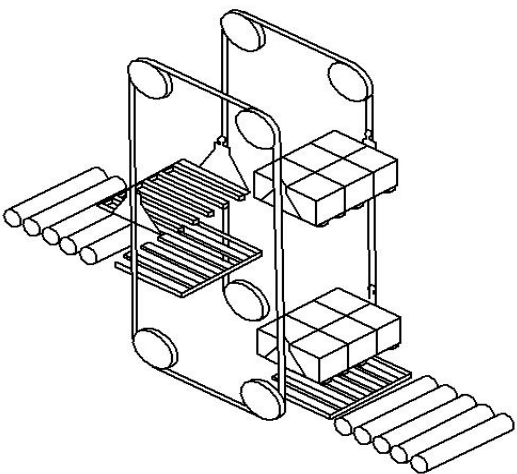
Таблиця 3.19

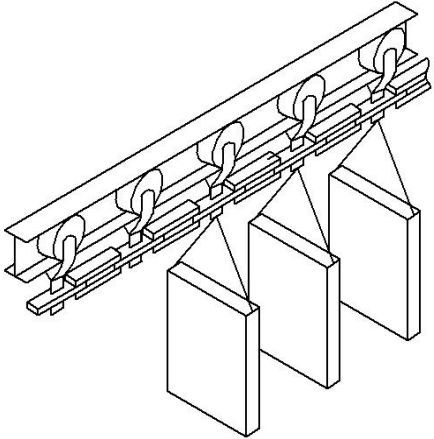
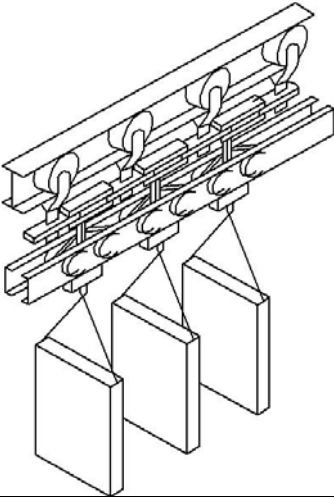
Приклади найважливіших транспортних засобів безперервного транспорту

Похилий жолоб	Самопливна труба
	
<ul style="list-style-type: none"> – піднятий відносно підлоги; – механізований; – стаціонарний; – сила тяжіння 	<ul style="list-style-type: none"> – піднята відносно підлоги; – механізована; – стаціонарна; – сила тяжіння

<p>Транспортер з несучими ланцюгами</p>	<p>Стрічковий транспортер</p>
	
<ul style="list-style-type: none"> – піднятий відносно підлоги; – механізований або автоматизований; – стаціонарний; – тяговий орган 	<ul style="list-style-type: none"> – піднятий відносно підлоги; – механізований або автоматизований; – стаціонарний; – тяговий орган
<p>Транспортер з гусеничним ланцюгом</p>	<p>Візковий конвеєр</p>
	
<ul style="list-style-type: none"> – піднятий відносно підлоги; – механізований або автоматизований; – стаціонарний; – тяговий орган 	<ul style="list-style-type: none"> – піднятий відносно підлоги; – механізований або автоматизований; – стаціонарний; – тяговий орган

Приклади найважливіших транспортних
засобів безперервного транспорту

Конвеєр з похилими роликми	Патерностер
	
<ul style="list-style-type: none"> – опорний; – механізований або автоматизований; – стаціонарний; – тяговий орган 	<ul style="list-style-type: none"> – опорний; – механізований або автоматизований; – стаціонарний; – тяговий орган
Z-подібний конвеєр	Колисковий конвеєр
	
<ul style="list-style-type: none"> – опорний; – механізований або автоматизований; – стаціонарний; – тяговий орган 	<ul style="list-style-type: none"> – опорний; – механізований або автоматизований; – стаціонарний; – тяговий орган

Підвісний (круговий) транспортер	Буксирувальний круговий транспортер
	
<ul style="list-style-type: none"> – підвісний; – механізований або автоматизований; – стаціонарний; – тяговий орган 	<ul style="list-style-type: none"> – підвісний; – механізований або автоматизований; – стаціонарний; – тяговий орган

Область застосування: транспортування значних обсягів штучних і сипучих вантажів по декількох шляхах на великі відстані в одне й те саме місце; застосування на фабриці, складі товарів, підготовчій зоні складу, на виробництві, при відправленні і, насамперед, при транспортуванні між окремими зонами.

3.3.3.1. Підлогові підйомно-транспортні засоби постійної дії. Підлогові скребкові ланцюгові конвеєри. Розрізняють два основних принципи. Відповідно до першого принципу ланцюг зі скребками проходить по встановленій у підлозі рейці (табл. 3.20). Транспортні засоби без приводу в ручну приєднуються до ланцюга за допомогою скребків. У системах, улаштованих відповідно до другого принципу, скребки прикріплюються до транспортних засобів, які закріплені у відповідних отворах ланцюга, що рухається.

Відгалуження при використанні лише одного ланцюга неможливі, у такому випадку необхідно встановлювати кілька систем поруч один з одним, а транспортні засоби потрібно перечіпляти. Підлогові скребкові ланцюгові конвеєри повинні бути заплановані вже при зведенні будинку, оскільки більш пізніше їхнє впровадження не є економічно вигідним. Відповідно розширення їх можливе лише з дуже великими витратами.

Оскільки транспортні засоби пересуваються в механізованому або автоматичному режимі й, як правило, застосовуються без запобіжної сенсорної техніки, їхні шляхи пересування повинні бути вільні від інших робочих засобів. Не повинно виникати перетинання з іншими підйомно-транспортними

засобами. Особлива обачність потрібна там, де в той же час перебуває робочий персонал, наприклад, при завантаженні і розвантаженні. Транспортні засоби не мають важелів аварійної зупинки і при зіткненні з перешкодою тягнуться ланцюгом далі. Не застраховані вони й від незапланованого відчеплення, що являє собою особливо значну небезпеку на підйомах.

Область застосування: розподіл і відправлення товару при високій імовірності його нагромадження.

3.3.3.2. Стійкові підйомно-транспортні засоби постійної дії. Стійкові підйомно-транспортні засоби постійної дії без засобів тяги

Роликовий конвеєр. Роликові конвеєри – це підйомно-транспортні засоби постійної дії без засобу тяги, які використовуються винятково для транспортування штучних вантажів. Вони складаються з великої кількості розташованих один за одним, вільно поворотних, закріплених між двома сталевими профілями, опорних роликів. Опорні ролики повинні бути довшими, ніж ширина штучного вантажу, а міжосьова відстань – меншою від половини довжини штучного вантажу, щоб у будь-який момент часу був забезпечений контакт вантажу як мінімум із двома роликами. Роликові конвеєри можуть бути виконані з приводом або без нього. Привідні роликові конвеєри рухаються шляхом кінематичного або динамічного замикання з привідним ремнем, причому привід підводиться лише до кожного третього або четвертого ролика. При цьому ролики виконують як несучу, так і привідну функцію. При приводі від нижнього пояса пас притискається натискними роликами до нижньої частини опорних роликів. У випадку приводу від клинового паса або ланцюгового приводу, ролики забезпечуються клинопасовим шківом або ланцюговими зубчастими колесами. Як привідний механізм використовуються мотор-барабани або мотор-редуктори, причому мотор-барабани можуть бути сконструйовані пило- і водонепроникними.

До привідних роликових конвеєрів належать також накопичувальні роликові конвеєри, які, поряд із функцією транспортування, унеможливають нагромадження штучних вантажів на транспортері без надлишкового тиску на них. Непривідні роликові конвеєри розглядаються надалі як стійкові підйомно-транспортні засоби постійної дії із застосуванням сили ваги.

Роликові конвеєри виконуються, майже без винятку, по блоковому принципу й поставляються цілими блоками. Вони складаються з таких функціональних груп, як роликова частина (осі, підшипникова опора, ущільнення), що має рамну конструкцію й систему опор, або систему підвішування. Вони бувають прямими й вигнутими, на поворотних столах, пересувних візках, мають піднімальні й транспортні пристосування. Роликові конвеєри, як правило, є виносними, але можуть і підвішуватися під стелею приміщення.

Область застосування. Роликові конвеєри підходять для транспортування штучних вантажів із, як мінімум, однією плоскою поверхнею або для

нормованих допоміжних навантажувальних засобів (піддонів), оскільки в іншому випадку неможливо забезпечити безперебійну роботу. Стійкові роликові конвеєри застосовуються в привідних канальних стелажних складах, у підготовчій зоні складу, на виробництві й на всьому підприємстві, наприклад, при роботах потокового принципу для постійного руху вантажу, від робочого місця до робочого місця і для завантаження й розвантаження дорожніх автомобілів, залізничних вагонів, суден і літаків. Підвісні роликові конвеєри застосовуються також для великих відстаней без процесів завантаження й розвантаження, наприклад, з'єднання двох заводських відділів – виробництва й складу готових товарів.

Хитний конвеєр. Хитні конвеєри – це також підйомно-транспортні засоби безперервної дії без засобу тяги. Виділяють хитні інерційні конвеєри і вібраційні конвеєри. Обертові ексцентрикові (інерційні мотори) або електромагнітні вібратори передають конвеєру імпульсні коливання, які сприяють періодичному пересуванню вантажу, що транспортується: сипучого матеріалу або невеликих окремих деталей – в одному напрямку. Вантаж, що транспортується, при цьому переміщається по гладкій поверхні, часто виконаній в U-подібній формі.

Хитні інерційні конвеєри використовують силу ваги, причому імпульсні коливання за принципом ковзання не досягають негативного прискорення сили ваги.

Вантаж рухається шляхом подолання сили тертя. У вібраційних конвеєрах, навпаки, досягається негативне прискорення сили ваги при використанні принципу мікрокидків. У такий спосіб можна переборювати також підйоми. Варто враховувати, що коливання, передані хитним конвеєром на підлогу, часто являють собою джерела перешкод для інших робочих засобів, а вироблений шум означає навантаження на людину. Перевагою є те, що при відключенні не виникає руху по інерції.

Область застосування. В основному застосовуються для насипних вантажів, для транспортування штучних вантажів другорядного значення, неупорядкованих дрібних деталей і подачі на периферичні частини, дозуючих і завантажувальних пристроїв.

Стійкові підйомно-транспортні засоби постійної дії з повітряним або водним середовищем транспортування. Гідравлічні підйомно-транспортні засоби. Гідравлічні підйомно-транспортні засоби – це підйомно-транспортні засоби безперервної дії з рідким середовищем і, як правило, закритими трубопровідними системами діаметром до 1,5 м. По них транспортується насипний вантаж, зроблений текучим за допомогою води, або штучний вантаж у капсулах довжиною кілька метрів. Гідравлічні транспортери застосовуються зазвичай на дистанції декількох кілометрів, на

початку яких установлюються насосні станції. Їхнє заповнення відбувається на стаціонарних станціях. Як альтернатива застосовуються водні жолоби, по яких вантаж транспортується під дією сили ваги, відкриті або закриті. Замкнуті цикли застосовуються рідко. Зазвичай транспортувальне середовище використовується лише один раз [9].

Область застосування: транспортування від місця видобутку до подальшої переробки, часто з додатковими функціями, наприклад, мийкою. Застосування для масових вантажів у формі капсул зі штучним вантажем на довгі відстані.

Пневматичні підйомно-транспортні засоби – це підйомно-транспортні засоби безперервної дії з повітряним фізичним середовищем. Розрізняють відкриті й закриті пневматичні підйомно-транспортні засоби. Закриті виконуються у вигляді закритих трубних систем, у яких вантаж транспортується під дією стисненого або розрідженого повітря. Відкриті складаються з ковзних профілів із соплами повітряного обдуву, установлених похило (табл. 3.18).

Рух вантажу, як правило, обумовлений силою ваги, подолання тертя зчеплення відбувається за рахунок обдуву повітрям, так що вантаж ніби ковзає по повітряному шару. Рух вантажу, що транспортується, при цьому добре піддається контролю і відбувається автоматично. У деяких випадках, коли повітря подається за напрямом руху, можна навіть відмовитися від використання сили ваги [11].

Область застосування: закриті пневматичні підйомно-транспортні засоби, як правило, застосовуються для транспортування сипучих вантажів (розвантаження судів, транспортування гранульованого продукту). Системи пневматичної пошти для передачі повідомлень у рукописній формі або транспортування невеликих деталей у закритих контейнерах використовуються сьогодні дуже рідко. Відкриті пневматичні підйомно-транспортні засоби застосовуються, наприклад, у монтажно-транспортних системах, у яких транспортуються окремі деталі, а частіше – спеціальні дрібні піддони на різних робочих станціях.

Стійкові підйомно-транспортні засоби постійної дії з використанням сили ваги. Це конвеєри із трубчастими роликами, конвеєри з колісними роликами, роликотіпшипникові конвеєри, кульковий конвеєри.

Конвеєри із трубчастими роликами з використанням сили ваги конструюються у вигляді привідних роликових конвеєрів, але бувають і безпривідні, і без пристроїв передачі зусилля (табл. 3.18). Конвеєри з колісними роликами, на відміну від них, мають не суцільні несучі ролики, а роликотіпшипники на сталевих профілях (усі транспортовані вантажі повинні мати однакову ширину) або складаються з великої кількості встановлених на осях поперечного напрямку транспортування чи розташованих ексцентрично до роликотіпшипників (табл. 3.18). Конвеєри з колісними роликами транспор-

тують легкі штучні вантажі, у той час як конвеєри із трубчастими роликами призначені, насамперед, для важких вантажів. Конвеєри із трубчастими й колісними роликами встановлюються похило, якщо вони використовують силу ваги, або горизонтально, якщо обслуговуються вручну або мають привід.

У похилих роликових конвеєрах швидкість транспортування контролюється спеціальними гальмовими роликами (відцентрове гальмо/відцентрове зчеплення). Маса кожної одиниці штучного вантажу повинна бути однаковою, оскільки в іншому випадку сильні розходження швидкості транспортування можуть призвести до простоїв або зіткнення вантажів, що транспортуються. Роликові конвеєри мають, як правило, тільки один напрямок транспортування й рідко застосовуються в реверсному режимі.

Кулькові конвеєри складаються з безлічі встановлених один за одним і поруч один з одним кульок, що обертаються в будь-якому напрямку, розташованих на металевому листі між двома сталевими профілями, тому тут можливий будь-який напрямок руху (табл. 3.18). Вони встановлюються горизонтально або злегка похило й, як правило, обслуговуються вручну.

Область застосування: роликові конвеєри підходять для транспортування вантажів із плоскими й досить твердими поверхнями. З використанням сили ваги їх застосовують у каналних і набивних стелажах, а також у монтажній області, при відправленні, упакуванні, у зонах завантаження й розвантаження. Роликові конвеєри знаходять застосування в харчовій індустрії, виробництві напоїв, ливарному виробництві, прокатних цехах, на складах, посылкових підприємствах, у меблевій індустрії, а кулькові конвеєри – у сортуванні або на периферії зон ручної роботи.

Жолоби, гвинтові транспортери, самопливні труби. Ці підйомно-транспортні засоби не переносять, а направляють вантажі під дією сили ваги в напрямку транспортування. Жолоби – відкриті або закриті спуски із прямокутним або округленим поперечним перерізом. Самопливні труби виконуються закритими. Жолоби можуть бути прямими або гвинтовими. І жолоби, і самопливні труби можуть бути телескопічними. Маса штучних вантажів, що транспортуються, повинні бути однаковими, щоб не відбувалося простоїв або зіткнення в процесі транспортування внаслідок різних швидкостей транспортування.

Область застосування: гвинтові транспортери застосовуються для вертикального транспортування при комісіонуванні на складі (разом із пристроями для обслуговування стелажів) або з одного поверху на нижчий. Прямі жолоби для похилого спадного транспортування застосовуються, наприклад, під перекидним чашковим конвеєром у зоні комісіонування. Переважно транспортуються пакетики, наприклад, у сортувальному відділі пошти. Самопливні труби й закриті жолоби рідко застосовуються для транспортування штучних вантажів через високу швидкість падіння й навантаження на вантаж, а як правило, для транспортування сипучих вантажів.

Стійкові транспортні-підйомно-транспортні засоби постійної дії із засобом тяги. Ланцюговий конвеєр. Ланцюгові конвеєри – це підйомно-транспортні засоби для штучних вантажів з декількома ланцюгами в якості і тягового, і несучого елемента, якщо буде потреба, із захоплювачами. Залежно від конструкції вони підходять для вертикального або горизонтального транспортування також довгих і негабаритних вантажів. Спочатку виділялися ланцюгові конвеєри з несучими або штовхаючими конструкціями, несучими стрижнями й роликово-стрічкові конвеєри (вид накопичувального роликового конвеєра), в яких вантаж стоїть на роликах, які поступально рухаються по ланцюгах і не обертаються. При зупинці транспортера ролики обертаються й допускають виникнення лише мінімального динамічного тиску.

Сучасні ланцюгові конвеєри складаються із двох або трьох подовжньо розташованих металевих профілів, по яких як тяговий орган проходять ланцюги, і несучої конструкції (табл. 3.19). Вони можуть транспортувати вантаж у прямому напрямку й для зміни напрямку обладнані поворотним столом або піднімальною установкою з ланцюгами, установленими під кутом 90° .

Область застосування: ланцюгові конвеєри застосовуються так само, як і роликові конвеєри. Вони підходять для транспортування вантажів на уніфікованих допоміжних навантажувальних засобах (наприклад, європіддонах) і можуть переміщати вантажні одиниці не тільки малої а й великої ваги.

Стрічковий конвеєр [11]. Стрічкові конвеєри – це підйомнотранспортні засоби постійної дії зі стрічками (ремінь, металева стрічка, дротова стрічка, мотузка), які виконують одночасно й несучу, і тягнучу функцію (табл. 3.19). Стрічки приводяться в рух прямими або коритоподібними роликами і ковзають по гладкій підстилці. Вони обертаються навколо як мінімум двох барабанів, один із яких має привід, а другий – затискне пристосування. Через динамічний зв'язок необхідний попередній натяг стрічки, що запобігає провисанню стрічки між барабанами. Ширина стрічки при цьому, як правило, більша, ніж ширина вантажу, що транспортується. Комплексні системи із множинними поворотами й перетинаннями можна реалізувати лише з більшими витратами з боку машинобудування й керування.

Область застосування. Стрічкові транспортери набувають застосування на всьому підприємстві. На них можна транспортувати безліч різних штучних вантажів з невеликою або середньою вагою. Вони переважно використовуються для горизонтальних або злегка похилих процесів транспортування. Для крутого напрямку застосовують профільовані ремені, спеціальні ремені й бандажні стрічки. Стрічкові конвеєри з металевою стрічкою застосовуються, якщо є особливі хімічні або гігієнічні вимоги щодо вантажу, що транспортується (наприклад, у харчовій промисловості), коли тверді предмети транспортуються у ванні або у сушильній печі, або транспортуються тверді липкі вантажі. Стрічкові транспортери із дровою стрічкою застосовуються для дуже гарячих вантажів, з метою охолодження, миття або осушення, а також для транспортування харчових продуктів.

Пластинчастий конвеєр. Пластинчасті конвеєри – це підйомно-транспортні засоби, що складаються з ланцюга як тягового елемента і закріплених на ланцюзі, щільно підігнаних пластин або лотків, що перекриваються, або коробок як несучих елементів. Як тяговий орган використовують шарнірні, або втулкові ланцюги з опорними роликами й пластинками для забезпечення двотягової конструкції.

Опорний орган часто опирається на зубчастий блок або на закріплені на опорній конструкції додаткові ролики. Привідним механізмом є мотор-редуктор із ланцюговим блоком або зірочкою, причому для довгих конвеєрів застосовують і по декілька приводів.

Область застосування. Пластинчасті конвеєри із пластинами застосовуються для важких або гарячих штучних вантажів, при шляхах транспортування із численними вигинами (наприклад, стрічки для багажу в аеропорті) або на потоковому виробництві. Пластинчасті конвеєри з лотками або коробками (лоткові або коробчасті конвеєри) використовують в основному для гарячих, колючих, агресивних сипучих вантажів, причому коробчастий конвеєр також знаходить застосування для транспортування з кутом підйому до 60° .

Візковий конвеєр і конвеєр з перекидними чашами. Обидва конвеєри є особливою формою пластинчастого транспортера. Візковий конвеєр як ланка має нерухомі платформи, а конвеєр з перекидними чашами – платформи з можливістю бічного нахилу на 30° поперек напрямку руху. В обох випадках платформи не перекриваються й безпосередньо не з'єднуються, а закріплені на постійно обертовому тяговому органу (на ланцюгах). На візковому конвеєрі вантаж зіштовхується убік за допомогою штовхачів на виносні шляхи.

Конвеєр з перекидними чашами дозволяє транспортувати вантаж, що зісковзує під дією сили ваги. Конвеєр з перекидними чашами зазвичай приймає вантаж із центра й розподіляє його на периферію, а візковий конвеєр може постійно приймати вантаж з периферії й доставляти його туди.

Область застосування. Конвеєри з перекидними чашами застосовують у відділах комісіонування, де вони розділяють вантажі, вилучені зі складу комісіонування, що надходять по конвеєрах безперервної дії на тупикові лінії. Візкові транспортери можуть виконувати таку ж функцію. Вони часто використовуються в зоні прийому товару, при розподілі контейнерів складу або на потоковому виробництві як подавальні або монтажні конвеєри.

Карусельний конвеєр. Карусельні конвеєри – це підйомно-транспортні механізми для штучних вантажів із двома паралельними ланцюгами, ексцентрично розміщеними в одній площині й вільно хитних опорних органах, чий несучі поверхні залишаються горизонтальними в процесі транспортування.

Область застосування. З'єднання поверхів на фірмах, в універсальних магазинах. Через ризик нещасного випадку при посадці й висаді карусельні конвеєри більше не застосовуються для транспортування людей.

Z-подібний конвеєр. Z-подібні конвеєри – це підйомно-транспортні механізми для штучних вантажів із гнучкими платформами, які закріплені на двох паралельних ланцюгах і залишаються завжди горизонтально орієнтованими (табл. 3.20). Їх напрямок транспортування може бути як горизонтальним, так і вертикальним. При горизонтальному зворотному ході конвеєра можна значно скоротити займану ним площу, розмістивши платформи по вертикалі, хоча при цьому вони не можуть транспортувати вантаж.

Область застосування. Горизонтальний і вертикальний транспорт великих негабаритних вантажів.

Колисковий конвеєр. Колискові конвеєри – це підйомно-транспортні механізми для штучних вантажів з ланцюгами, що йдуть паралельно і використовуються як тяговий і як несучий орган (табл. 3.20). Несучими органами можуть бути плити, коробки або ковші. Вони залишаються горизонтальними при будь-якій конструкції. Колискові конвеєри підходять для горизонтального або вертикального напрямку руху. Передача вантажу відбувається за допомогою його вертикального опускання й може бути просто автоматизована, якщо з'єднати люльковий конвеєр, наприклад, з роликовим конвеєром. На транспортованих контейнерах, або підвісках можуть бути встановлені прицільні пристрої, за допомогою яких можна автоматизувати процес транспортування.

Область застосування. Транспортування вантажних одиниць (піддонів) великих і дуже великих негабаритних вантажів у багатоповерхових складах і виробничих приміщеннях між різними поверхами.

3.3.3.3. Підвісні підйомно-транспортні механізми постійної дії.

Круговий конвеєр. Круговими конвеєрами є конвеєри для штучного вантажу, в яких транспортується вантаж, що тримається на підвісках, закріплених на роликових ходових механізмах, які міцно зв'язані ланцюгами один з одним, або прямо на ланцюзі, обладнаному роликами (табл. 3.20). Крім підвісок із транспортованим вантажем, ходові механізми на роликах несуть і вагу ланцюга. Ролики рухаються по *L*, *U*, *T*-подібним профілям або в щілинних трубках, з пластмасовим покриттям або виконаних із пластмаси для запобігання шуму під час роботи. При цьому розрізняють зовнішні ходові механізми, у яких ролики перебувають зовні, і внутрішні ходові механізми, у яких ролики рухаються усередині напрямних. Напрявні, як правило, виготовлені зі сталі, тільки в особливих випадках – з алюмінію або пластмаси і частіше звисають на натяжних стрижнях, які підвішені за конструкцію даху.

Як засіб тяги застосовують ковані ланцюги, сталеві гвинтові ланцюги, перевірені калібровані довголанкові сталеві круглі ланцюги, втулкові ланцюги, ланцюги з карданными шарнірами, троси або сталеві канати. Їхній привід виконується альтернативно чи на горизонтальній станції з ланцюго-

вим колесом (тросовий диск і т.д.) або на ділянці стаціонарній, що обладнується фрикційним ланцюговим приводом.

Транспортна доріжка може пролягати горизонтально, піднімаючись, або вертикально, при цьому конвеєр великої довжини оснащений декількома приводами для подолання більших висот. Відповідно кругові конвеєри здійснюють довільне трасування ліній.

Для прийому вантажу, що транспортується, підвіски можуть бути різноманітними й підганяються до вантажу. Відповідно вони виконані як платформа, піддон, контейнер, та ін. На місцях перевалки напрямні спускаються до низу, у той час як звичайно вони проходять зверху робочого простору й відповідно не мають потреби у поверхні підлоги.

Завантаження транспортера може відбуватися за допомогою ручного завантаження й самостійно, коли знімається з рольгангів за допомогою підведення підвісок. Як правило, розвантаження відбувається самостійно за допомогою перекидання підвісок, скидання вантажу, що транспортується, на стопор або за допомогою зняття.

Область застосування. Кругові конвеєри застосовуються для транспортування в хімічній індустрії, виробничих цехах, насамперед, у суворих і агресивних умовах при фарбуванні розпиленням, алюмініюванні, тепловій обробці, а також у монтажних цехах, наприклад, в автомобільній індустрії, для підготовки деталей. Їх використовують також і на складах і підприємствах з відправлення, як циркулярні накопичувачі із циклічною вийманням окремих вантажних одиниць.

Power- & Free- транспортери (буксирні кругові транспортери, двоколійні кругові транспортери). Power- & Free- транспортери – це підйомно-транспортні механізми для штучних вантажів, у яких вантаж перебуває на підвісках, закріплених на роликовому ходовому механізмі (рис. 3.29). На відміну від звичайних кругових транспортерів, ці ходові механізми рухаються по другій напрямній, установленій під транспортером. Вони рухаються з можливістю зчеплення й відчіплення від кругового ланцюга, оскільки встановлюється кінематичне замикання за допомогою засувки на зачіпках, які можна в будь-який момент розірвати. Відповідно вони несуть тільки вагу підвісок з вантажем, а не вагу ланцюга. Останній приймається ходовим механізмом ланцюга на підвісному транспортері. Ролики ходового механізму часто покриті шаром пластмаси для зниження утворення шумів, якщо транспортуються вантажі, що мають невелику вагу.

Круговий транспортер, лежачий зверху або знизу (також дуже рідко поруч лежачий), тобто напрямний і несучий транспортер утворюють одну одиницю.

Напрямні складаються із двотаврових, С-подібних і спеціальних профілів, наприклад, щілинних труб. Як засіб тяги застосовуються ланцюги із круглої

сталі для малих і середніх вантажів і відстаней і шворні й карданні ланцюги для інших випадків. Вони приводяться в дію від зубчастих зірочок на місцях повороту більше 90° або на довгій прямій дистанції за допомогою особливих коротких буксирних ланцюгів, чиї зачіпки прикріплюються до вантажного ланцюга й пересувають її вперед. Довгі й важко навантажені транспортери оснащуються декількома приводами, причому їхнє рівномірне навантаження може бути проблематичним. Підвіски є різними. Процес зчеплення й відчіплення відбувається за допомогою підйому або опускання напрямної в місці перевалки, тимчасового вивозу на відгалуження або за допомогою відкидних зачіпок на ланцюговому й вантажному ходовому механізмах. Вони приводяться в дію упорами, установленими на вантажних ходових механізмах.

Буксирні кругові транспортери можуть, на відміну від звичайних, мати відгалуження. Це дає можливість відведення вантажів на інші транспортувальні шляхи або в безприводні накопичувальні шляхи, яким часто необхідна лише сила ваги. За допомогою стикування й розстикування ходових механізмів можлива зміна дистанції між ними, що може вимагатися, наприклад, у кабінах для фарбування розпиленням або сушінням. Не зчеплені ходові механізми можуть підніматися й опускатися на коротких дистанціях за допомогою піднімальних станцій на певну висоту. Це може бути необхідним, наприклад, на робочих станціях, що рухаються над робочим простором. Вантажні одиниці опускають на рівень підлоги, і тоді зникає необхідність знімати їх з підвісок.

Область застосування. Підвісний транспорт штучних вантажів при різних варіаціях прокладки маршрутів, переважно через високу імовірність нагромадження, у машинобудівній і автомобільній індустрії, а також у лікарнях для постачання пацієнтів.

3.3.4. Підйомно-транспортні механізми циклічної дії

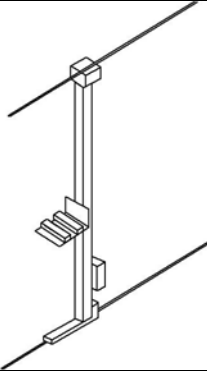
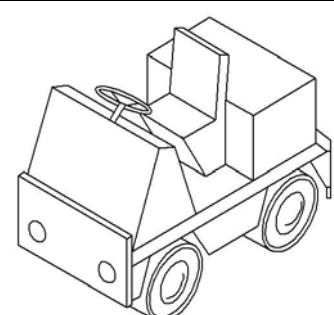
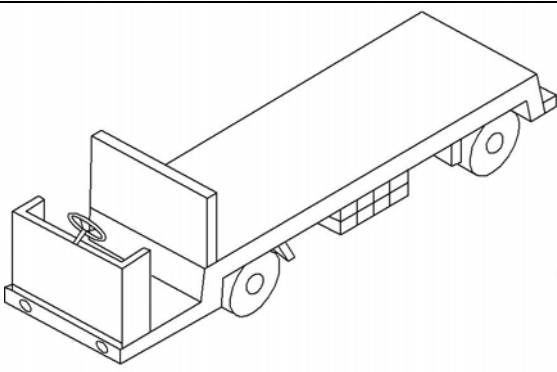
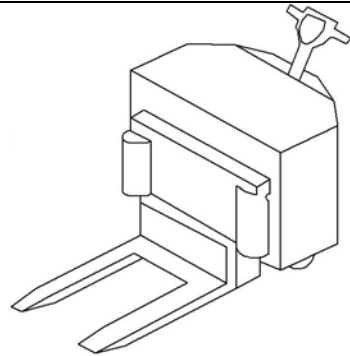
Підйомно-транспортні механізми циклічної дії характеризуються періодичним, переривчастим транспортуванням, причому час циклу з вантажем і порожнім проходженням можуть відрізнятися. Вони можуть бути підлогової, стійкової і підвісної конструкції й можуть бути як автоматизованими, так і такими, що обслуговують вручну. Автоматизація реалізується складніше, ніж для підйомно-транспортних механізмів постійної дії. Витрати енергії для планування й керування значно вищі. Проте, все одно, автоматизація впроваджується, оскільки висока частка ручного обслуговування обумовлює ще більш високі витрати. Підйомно-транспортні механізми циклічної дії рідко бувають стаціонарними, здебільшого вони рухаються по заданому напрямку або вільно рухливі. Відповідно вони набагато рідше утворюють перешкоди для інших транспортних засобів (виключення становлять стійкові підйомно-транспортні механізми циклічної дії) і мають більший робочий простір (ніж, наприклад, штабелеукладачі або крани).

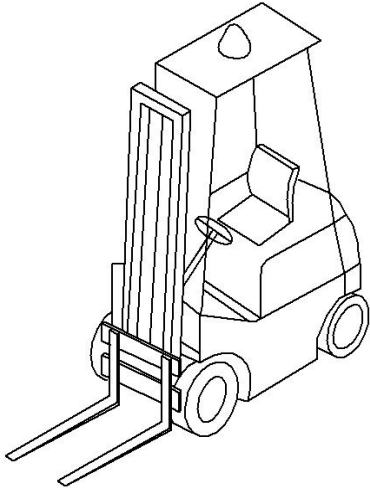
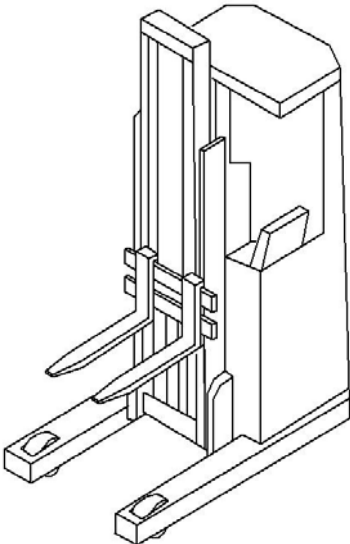
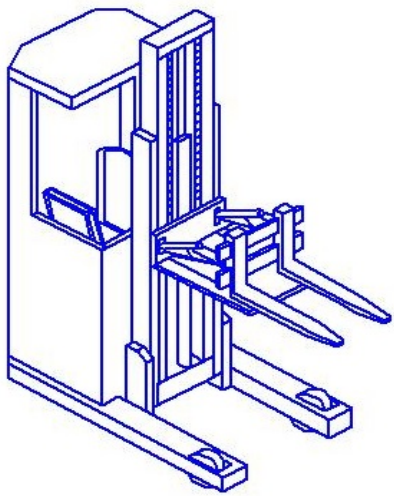
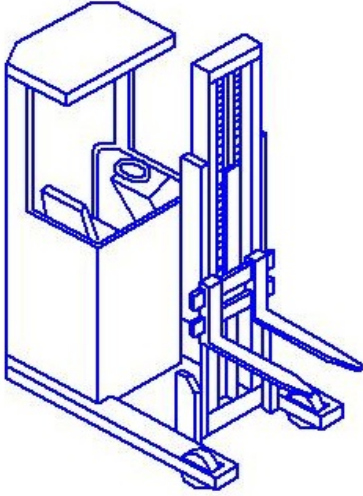
Підйомно-транспортні механізми циклічної дії характеризуються високою придатністю до пристосування під різні завдання, високу гнучкість при зміні планування й гарну здатність до розширення. У порівнянні з підйомно-транспортними механізмами постійної дії вони зазвичай мають менш вигідне співвідношення власної ваги до корисної ваги, що транспортується, як правило, більше одиниці. Їхні несучі органи мають зазвичай окремий привід, що уможливорює автономність транспортера. Кількість пунктів завантаження й розвантаження, як правило, чітко визначена, насамперед, якщо потрібні спеціальні станції передачі вантажу.

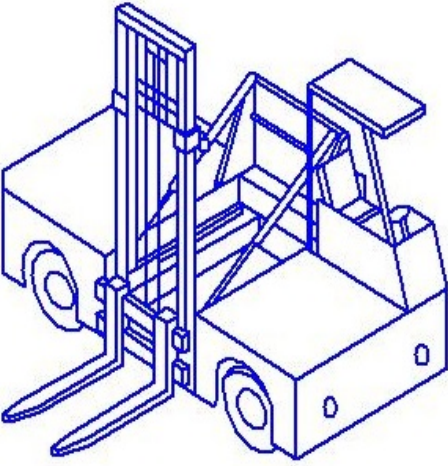
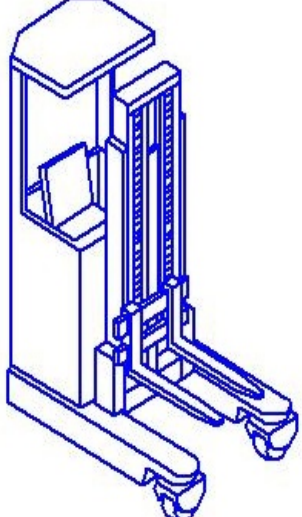
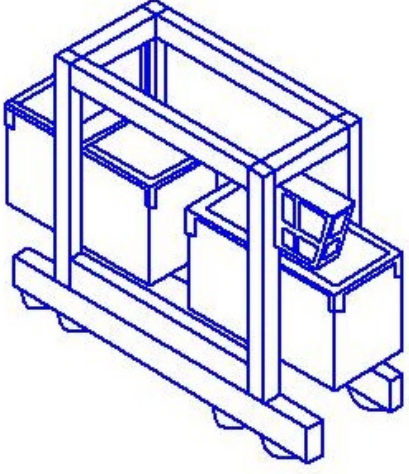
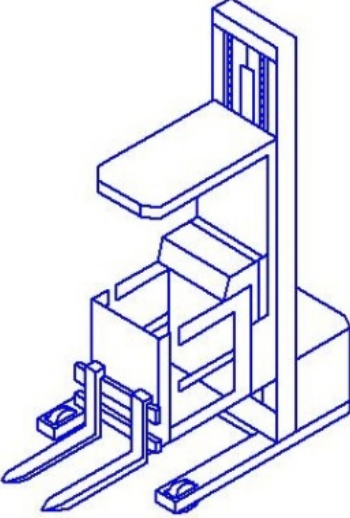
У табл. 3.21 показані найважливіші підйомно-транспортні механізми циклічної дії відповідно до наведеної на рис. 3.8 систематики.

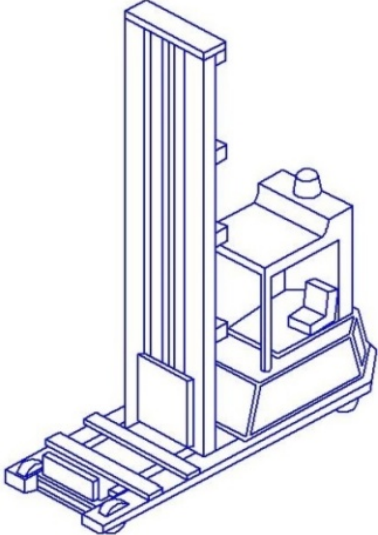
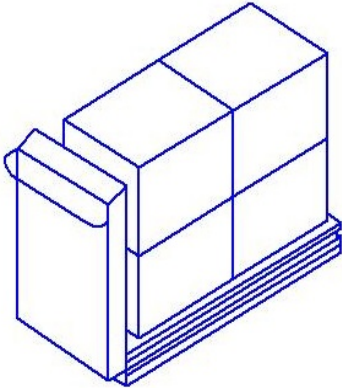
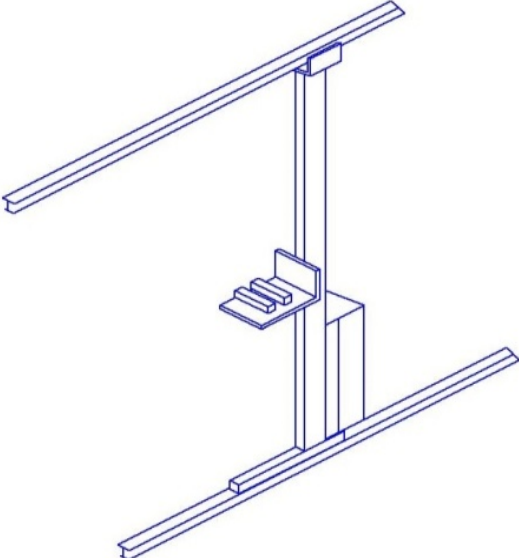
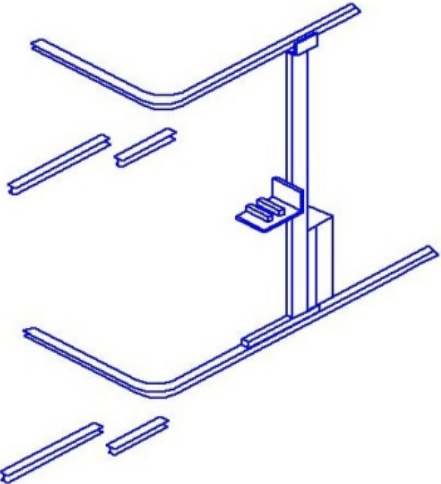
Таблиця 3.21

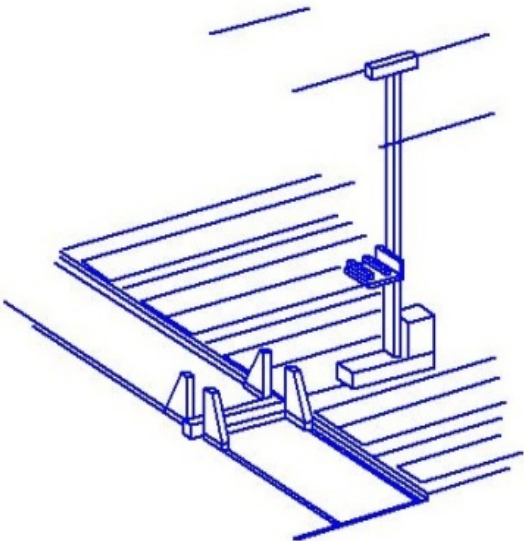
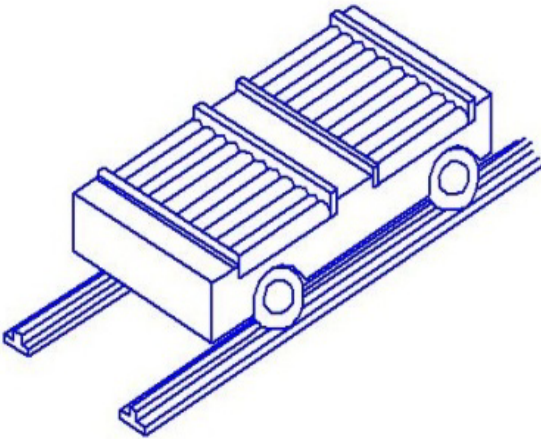
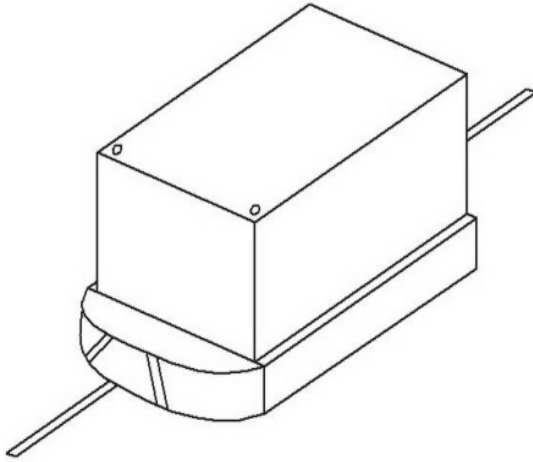
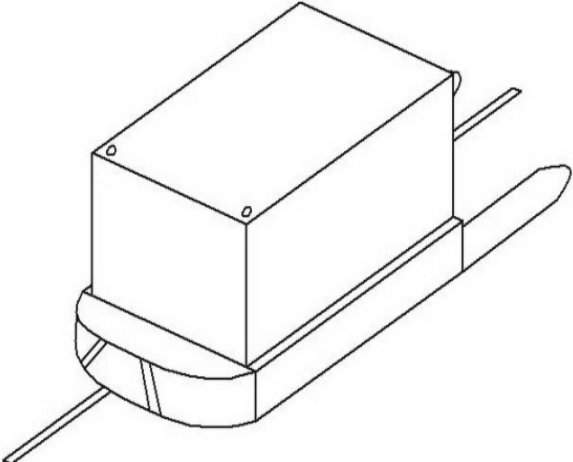
Приклади найважливіших підйомно-транспортних механізмів циклічної дії

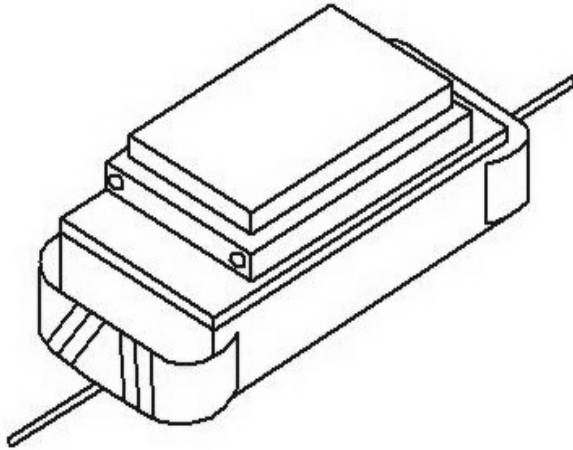
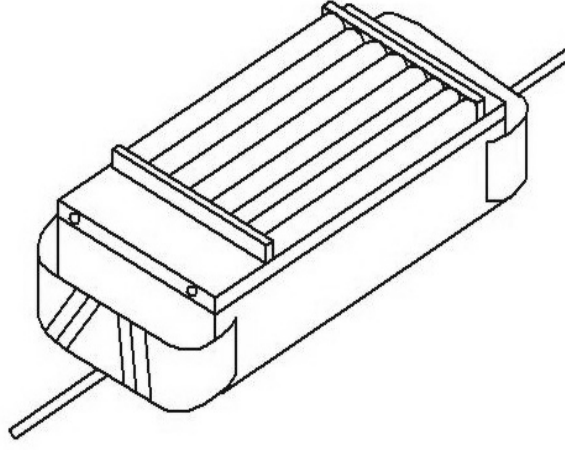
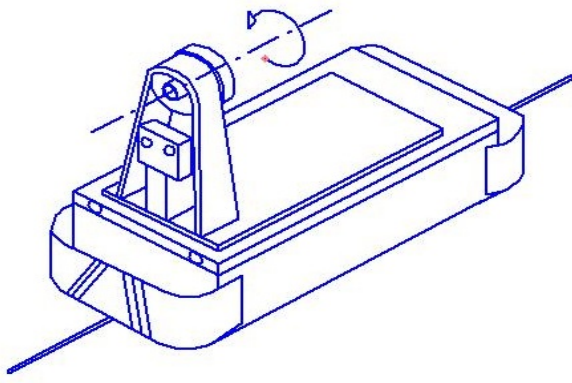
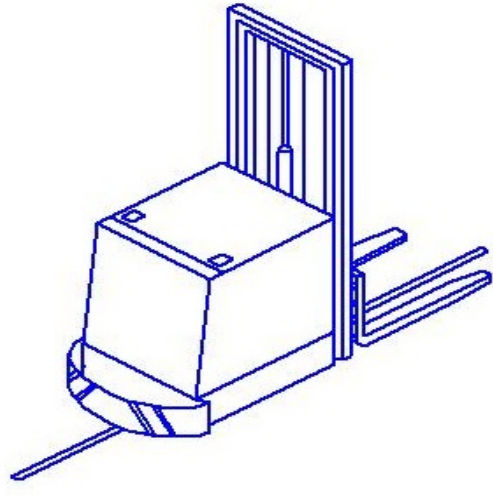
Велосипедний кран-штабелер	Тягач
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається по напрямних • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається вільно • роздільний привід
Візок	Візок з вилковим захватом
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається вільно • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається вільно • роздільний привід

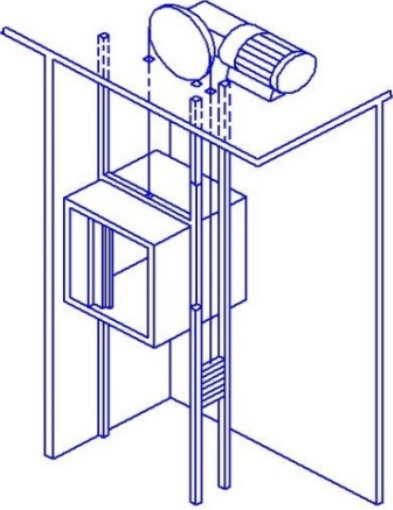
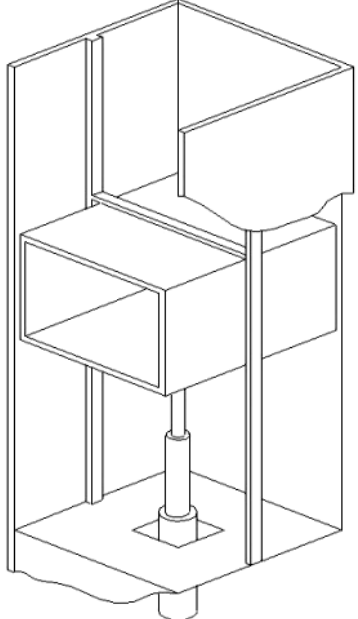
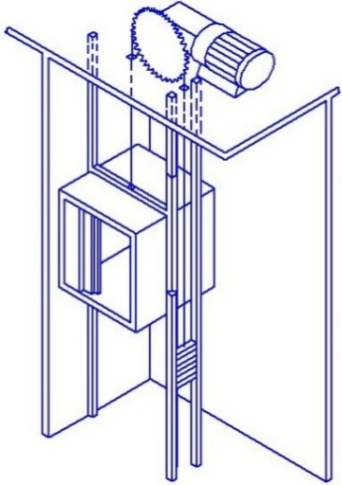
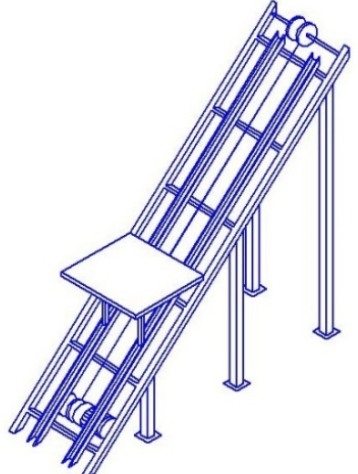
Вилковий штабелер	Штабелеукладач з вилами, рознесеними між бічними опорами
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається вільно • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається вільно • роздільний привід
Штабелеукладач з висувними вилами	Штабелеукладач з висувною вантажопіднімальною рамою
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається вільно • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається вільно • роздільний привід

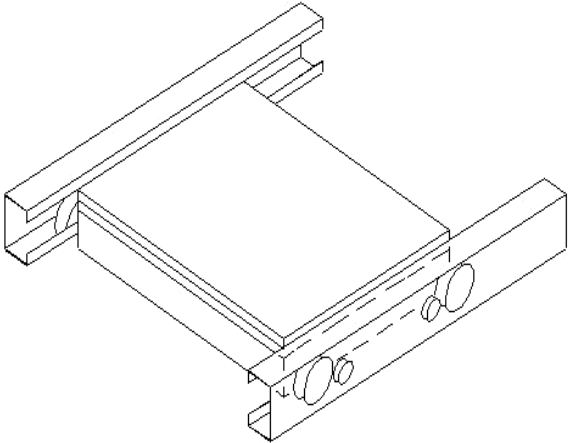
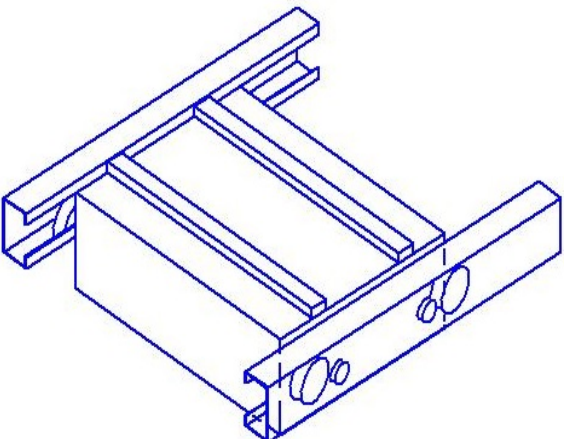
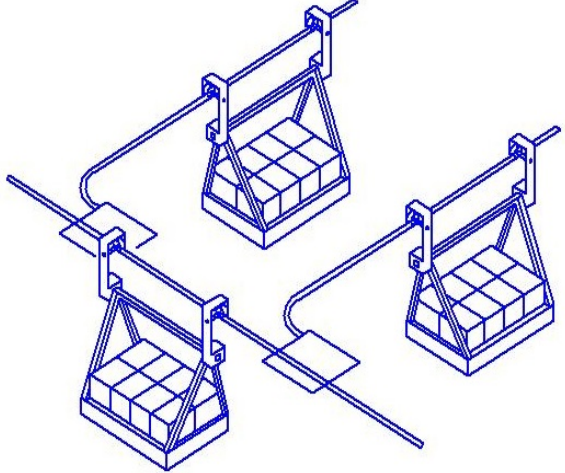
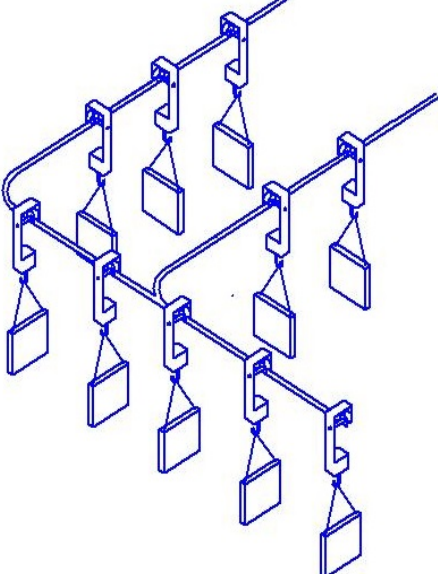
Бічний навантажувач	Чотириходовий штабелеукладач
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається вільно • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається вільно • роздільний привід
Козловий навантажувач	Штабелеукладач для комісіонування
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається вільно • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається вільно • роздільний привід

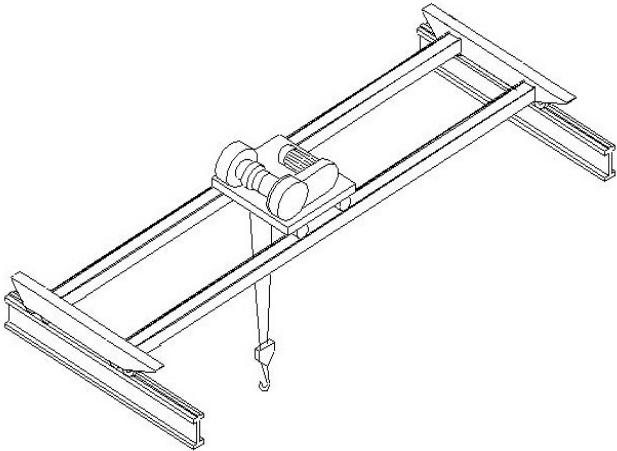
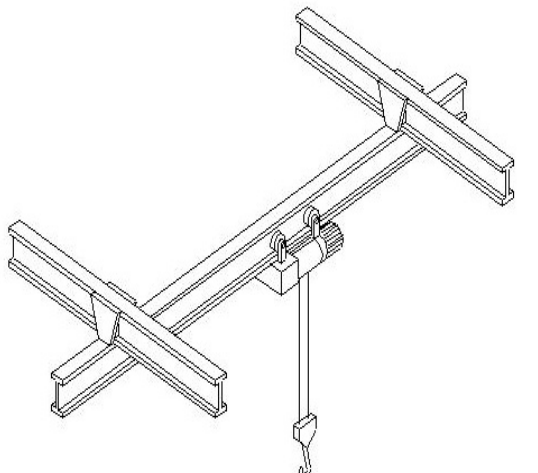
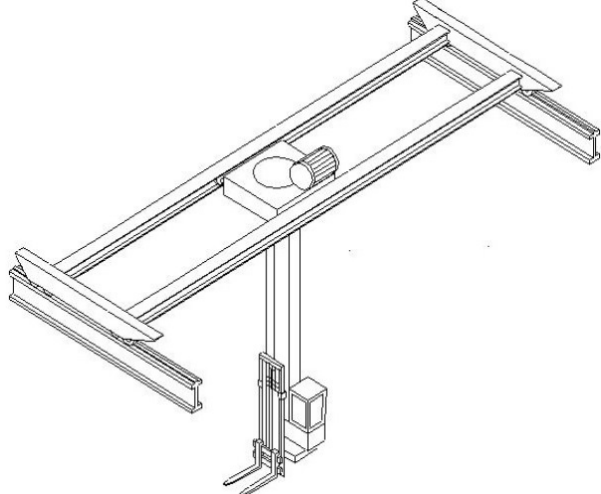
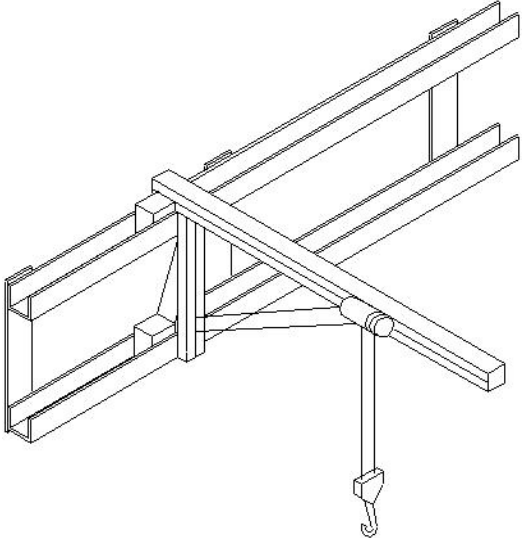
Навантажувач для багатоярусних стелажів / стелажний навантажувач	Транспортер на повітряній подушці
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається вільно • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається вільно • роздільний привід
Велосипедний кран-штабелер	Велосипедний кран-штабелер з криволінійним ходом
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • автоматизований • пересувається по напрямним • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • автоматизований • пересувається по напрямним • роздільний привід

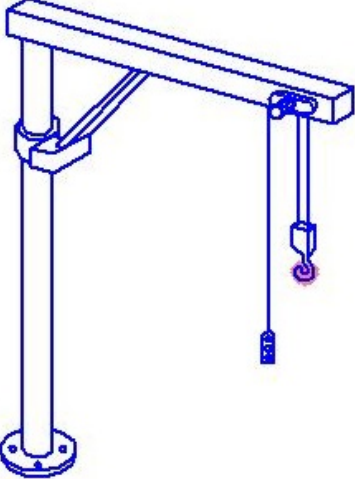
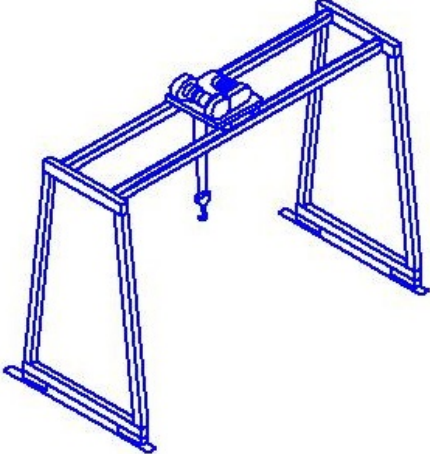
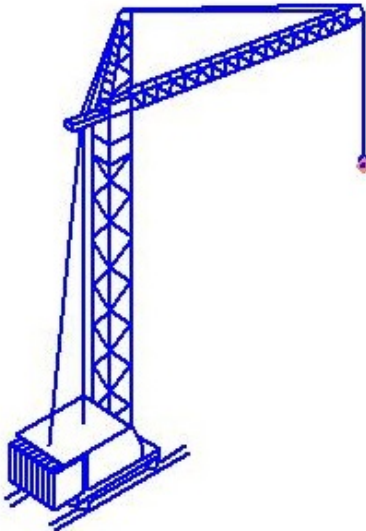
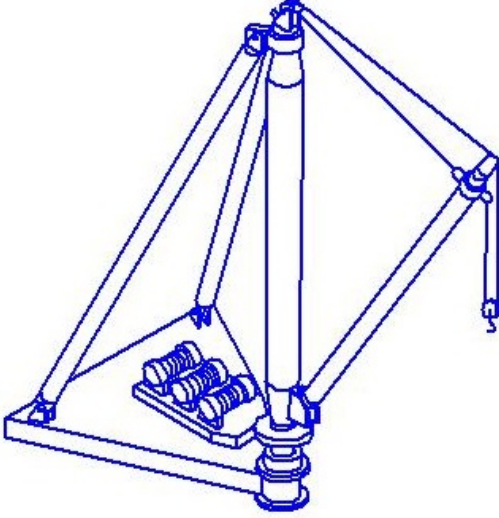
<p>Машина для внутрішньоскладського приміщення</p>	<p>Пересувний візок</p>
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • автоматизований • пересувається по напрямним • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • автоматизований • пересувається по напрямним • роздільний привід
<p>Тягач</p>	<p>Візок з виловним захоплювачем</p>
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • автоматизований • пересувається по напрямних • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • автоматизований • пересувається по напрямних • роздільний привід

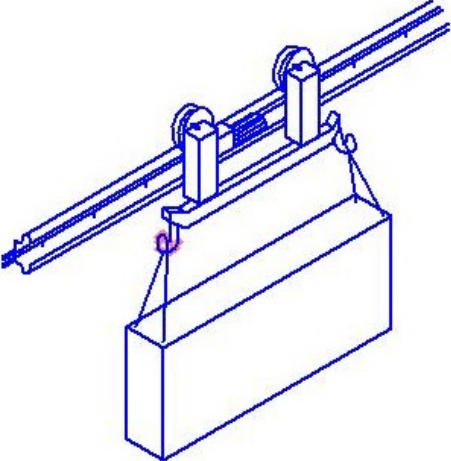
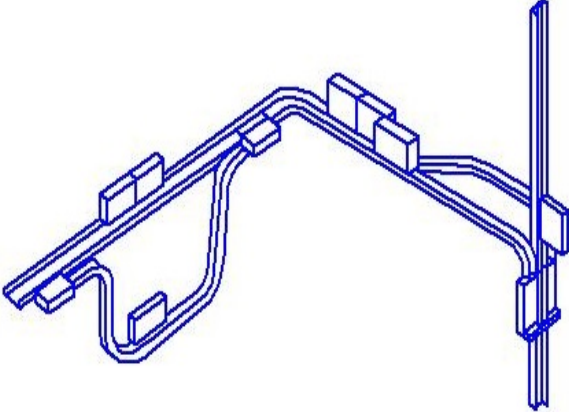
Візок з піднімальною платформою	Візок з роликівим конвєсром
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • автоматизований • пересувається по напрямних • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • автоматизований • пересувається по напрямних • роздільний привід
Візок з поворотним механізмом	Вилковий штабелєукладач
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • автоматизований • пересувається по напрямних • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • автоматизований • пересувається по напрямних • роздільний привід

Канатний підйомник	Гідравлічний підйомник
	
<ul style="list-style-type: none"> • стійковий • механізований або автоматизований • стаціонарний • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • стійковий • механізований або автоматизований • стаціонарний • роздільний привід
Підйомник з ланцюговим приводом	Похилий підйомник
	
<ul style="list-style-type: none"> • стійковий • механізований або автоматизований • стаціонарний • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • стійковий • механізований або автоматизований • стаціонарний • роздільний привід

Транспортний засіб з напрямними	Розподільний транспортний засіб
	
<ul style="list-style-type: none"> • стійковий • автоматизований • пересувається по напрямних • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • стійковий • автоматизований • пересувається по напрямних • роздільний привід
Тролейний транспортер	Трубчастий транспортер
	
<ul style="list-style-type: none"> • підвісний • обслуговується вручну • пересувається по напрямних • м'язова сила 	<ul style="list-style-type: none"> • підвісний • обслуговується вручну • пересувається по напрямних • м'язова сила

Мостовий кран	Підвісний кран
	
<ul style="list-style-type: none"> • підвісний • обслуговується вручну • пересувається по напрямних • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підвісний • обслуговується вручну • пересувається по напрямних • роздільний привід
Кран-штабелер	Консольний кран
	
<ul style="list-style-type: none"> • підвісний • обслуговується вручну • пересувається по напрямних • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підвісний • обслуговується вручну • пересувається по напрямних • роздільний привід

Поворотний кран на колоні	Козловий кран
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається по напрямних • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається по напрямних • роздільний привід
Баштовий поворотний кран	Дерік-кран
	
<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається по напрямних • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підлоговий • обслуговується вручну • пересувається по напрямних • роздільний привід

Електричний підвісний конвеєр	Система транспортування малих контейнерів
	
<ul style="list-style-type: none"> • підвісний • автоматизований • пересувається по напрямних • роздільний привід 	<ul style="list-style-type: none"> • підвісний • автоматизований • пересувається по напрямних • роздільний привід

Область застосування. Транспорт малих і середніх елементів штучних вантажів по різних, іноді по будь-яких маршрутах, часто на мінливі місця (коли не потрібно станцій передачі вантажу). Застосування на всьому виробництві, при надходженні товару, на складі, попередній зоні складу, при відправленні, для завантаження й розвантаження транспортних засобів і також для з'єднання різних відділів.

3.3.4.1. Підлогові підйомно-транспортні механізми циклічної дії, підлогові рейкові транспортні засоби. Пристрій для обслуговування стелажів. Пристрої для обслуговування стелажів часто називають стелажними транспортними засобами, хоча стелажні транспортні засоби і являють собою більш загальне поняття.

Пристрої для обслуговування стелажів – це підйомно-транспортні засоби для автоматичного (рис. 3.23) або ручного (рис. 3.21) обслуговування стелажних полиць або складів. Вони, як правило, пересуваються по підлозі або по рейках.

Лише у виняткових випадках, переважно в старих установках, вони скоструйовані підвісними або пересувними по стелажах.

У цьому випадку, вони повинні пересуватися по верхньому краю стелажа або по стелі. Вони великою мірою інтегруються в приміщення, а в

складах з високими стелажми є проміжною одиницею між засобами складування й приміщенням. Пересування в попередню зону складу або на виробництво не можливо й не раціонально (невигідне співвідношення власної ваги до корисної).

Пристрої для обслуговування стелажів класифікують відповідно до кількості колон на одноколонні та двоколонні. Вони мають, як правило, електричний привід, причому подача електричного струму здійснюється по волоочильному кабелю, який звисає зі стелі або йде по підлозі, або по контактному підводі. Пристрої для обслуговування стелажів складаються із чотирьох основних конструктивних вузлів, які в свою чергу складаються з однієї або декількох колон і одного ходового механізму, на якому вони закріплені. Ходовий механізм оснащений колесами й несе привідний механізм. Крім того, пристрої для обслуговування стелажів мають піднімальний візок, що рухається уздовж однієї або декількох колон уверх і униз та має вантажозахоплювальний пристрій. Палітра можливих вантажозахоплювальних пристроїв включає: жорсткі лапи, телескопічні лапи, поворотно-висувні лапи, грейфери, рольгангові столи, ланцюгові транспортери, електромагніти й затискні цанги. Керування пристроями для обслуговування стелажів може здійснюватися вручну за допомогою керуючого важеля супровідним обслуговуючим персоналом, за допомогою перфокарти або клавіатури на старих пристроях, або повністю автоматизовано за допомогою обчислювальної машини.

Передача даних здійснюється, як правило, по волоочильному кабелю, або контактному проводу, як виняток – індуктивно. Особливо при застосуванні в складах комісіонування розроблений альтернативний варіант, коли завдання обслуговуючого робітника з пересування й комісіонування передаються візуально на пристрій для обслуговування стелажів. Пристрій для обслуговування стелажів позиціонується в такому випадку повністю автоматично. Лише операції з виймання виконуються вручну. Цей варіант є цікавим доти, доки ще не розвинене автоматичне комісіонування, коли людина більше не буде потрібна як комісіонер.

Сфера застосування. Завантаження й розвантаження вантажів здійснюється на якомога більших уніфікованих допоміжних навантажувальних засобах, переважно європалетах, хімічних піддонах, єврогіттербоксах, контейнерах, що зберігаються в палетних, високих або контейнерних стелажних складах. Застосовуються на складах комісіонування як транспортери для людини або в новітніх розробках для роботів з метою комісіонування.

Криволінійний пристрій для обслуговування стелажів. Щоб уникнути обмеження роботи в межах одного проїзду, у деяких випадках напрямні прокладаються так, що пристрої рухаються по вигнутих рейках, які також можуть мати розвилки (див. табл. 3.23). При цьому пристрій керування має бути розширений до попередньої зони складу й оснащений розвилками.

Область застосування. У палетних складах з невеликим вантажообігом, у випадку якщо один пристрій обслуговує декілька проїздів.

Машини для внутріскладського переміщення. Іншу можливість застосування пристрою для обслуговування стелажів у декількох проїздах надають машини для внутріскладського переміщення. Вони служать для транспортування пристроїв для обслуговування стелажів: приймають на себе цілий пристрій, що виїжджає з проїзду, й перевозять його уздовж торців стелажів до наступного проїзду. Через розвиток криволінійних пристроїв для обслуговування стелажів ці машини застосовуються дедалі рідше. Вони можуть бути підлоговими або підвісними та працюють, як правило, автоматично. Пересуваються такі машини по рейках і забезпечуються електроенергією по волоочильному кабелю. Вони також мають і рейки, що пролягають перпендикулярно напрямку їх руху для приймання пристроїв для обслуговування стелажів. Часто пристрої для обслуговування стелажів можуть транспортуватися також уверх і униз.

Пересувний візок. Пересувні візки, подібно машинам для внутріскладського переміщення, перебувають у попередній зоні складу, перед торцями стелажів. Вони, однак, транспортують не транспортні засоби, а вантажі. Пересувні візки складаються з рами, що має колеса та привід, і вантажозахоплювального пристрою (див. табл. 3.23). Вони пересуваються по рейках. Вантажозахоплювальний пристрій орієнтований на сполучену техніку й може бути виконаний у вигляді роликового транспортера, ланцюгового транспортера або телескопічних лап.

Область застосування. Попередня зона стелажного складу; розподіл або збирання вантажних одиниць із допоміжними навантажувальними засобами в одному складському проїзді; транспортування усередині виробництва або між двома відділами; з'єднання підйомно-транспортних засобів постійної дії, таких як роликові або ланцюгові конвеєри та перевалка штучних вантажів з одного конвеєра на інший.

Підлогові підйомно-транспортні засоби. Підлогові підйомно-транспортні засоби – це безрейкові, використовувані переважно усередині виробництва транспортні засоби, з піднімальними штабелювальними пристроями або без них. Вони являють собою підйомно-транспортну техніку, що найбільш відома й широко застосовується усередині виробництва. Підлогові підйомно-транспортні засоби, як правило, обслуговуються вручну, але останнім часом, з розвитком автоматичних підлогових транспортних засобів, дедалі частіше застосовують автоматизовані підйомно-транспортні засоби циклічної дії з власним приводом. Як привідний механізм застосовується м'язова сила, а також електро-, дизельні й газові мотори. У рамках внутрішньовиробничого транспорту, насамперед, усередині приміщень, на передній

план виходять пристрої з електричним приводом, хоча штабелеукладачі з газовим приводом набувають застосування в комбінованих роботах зовні й усередині виробництва. Поза приміщеннями переважно використовують засоби з дизельним приводом, підлогові підйомно-транспортні засоби, що приводяться в рух м'язовою силою, далі не розглядаються.

Підлогові підйомно-транспортні засоби поділяються відповідно до своєї конструкції на тягачі, візки, візки з виловним захоплювачем, штабелеукладачі та штабелеукладачі для високих стелажів. Другим критерієм класифікації є статус оператора, де виділяють оператора, що супроводжує засіб пішки, оператора, що їде на транспортному засобі й безоператорні засоби. Для розрахунку тривалості циклу найважливіших підлогових підйомно-транспортних засобів можна використовувати відповідні норми.

З безлічі підлогових підйомно-транспортних засобів на сьогоднішній день виділяють автоматизовані тягачі, візки, візки з виловним захоплювачем, виловні штабелеукладачі, штабелеукладачі з вилами, рознесеними між бічними опорами й штабелеукладачі для високих стелажів, а також деякі інші особливі підлогові підйомно-транспортні засоби. При подальшому розгляді типів підлогових підйомно-транспортних засобів у кожному випадку вказується, наскільки винятковим є для них ручне обслуговування.

Область застосування: перериваний горизонтальний, а також вертикальний транспорт штучних вантажів при надходженні товару, на складі, у попередній зоні складу, при відправленні на виробництві, а також у центрах розподілу товару. Обслуговуються вручну, якщо шляхи транспортування постійно змінюються; автоматизовані, якщо в мережах змінюються тільки пункти призначення. Краще використовувати на невеликі й середні відстані для великих вантажів і на невеликому й середньому оберті для різних вантажів, що транспортуються, на таких допоміжних навантажувальних засобах, як піддони або контейнери.

Тягачі. Тягачі служать для горизонтального транспортування причепів і рухаються вперед (див. табл. 3.21 і 3.24). Тягачі зазвичай не мають власної вантажної платформи й не стикаються безпосередньо із транспортованим вантажем. Вони складаються з рами, що несе привід і колеса, батареї та блока керування. Тягачі, як правило, є двовісними й часто мають, насамперед при автоматичному керуванні, триколісну конструкцію, причому попереду встановлено одне кероване привідне колесо, а позаду – два ведучих. Чотириколісні транспортні засоби обслуговуються переважно вручну сидячим оператором. Порівняно з іншими підлоговими підйомно-транспортними засобами, тягачі мають меншу рухливість і тому потребують більше простору для рухів по кривій. Для розвантаження й завантаження тягачам необхідні персонал або інша підйомно-транспортна техніка. Причепами зазвичай є візки або ручні виловні візки.

Область застосування: горизонтальне транспортування постійного вантажу на великі відстані з відносно невеликою кількістю зупинок для внутрішньо- і міжвиробничого застосування.

Візок (електрокари). Візок (електрокари) – це підйомно-транспортні засоби, що здійснюють перевезення на своїй вантажній поверхні (табл. 3.21 і 3.24). Вони володіють, незважаючи на невеликі габарити, великою вантажною поверхнею та високою тяговою потужністю й придатні також як машини-тягачі. З розвитком автоматичних підлогових підйомно-транспортних засобів їм приділяється дедалі більше важлива роль. Тому найбільшої уваги заслуговують тягачі з автоматичною конструкцією. Вони як правило дво- або тривісні, причому колеса встановлюються трикутно, прямокутно або у вигляді ромба. У чотириколісних транспортних засобах керованими є зазвичай кілька колес (наприклад, одне попереду й одне позаду), щоб підвищити рухливість і можливість руху в сторони.

Цікавим є й ромбоподібне розташування коліс, коли можна відмовитися від керування колесами. Це можливо, якщо обидва приводи перебувають на середній із трьох осей. Транспортні засоби керуються в такому випадку аналогічно ланцюговим, за допомогою різниці кількості обертів (диференціальний принцип) ведучих коліс, і можуть у такий спосіб обертатися на місці.

Як вантажозахоплювальні пристосування виступають різні пристрої. У найпростішому випадку це платформа, що вимагає, однак, для завантаження й розвантаження активний робочий орган. У більшості випадків використовуються елементи підйомно-транспортних засобів постійної дії, такі як роликові й ланцюгові конвеєри, особливо якщо транспортний засіб приймає транспортований вантаж з відповідного підйомно-транспортного засобу постійної дії. Дедалі частіше застосовуються й елементи підйомно-транспортних засобів циклічної дії, наприклад, піднімальні столи або телескопічні лапи, коли вантаж передається на підставки або для позиціонування в підготовчій зоні складу встановлюється центрувальний на конус. Останнім часом як вантажозахоплювальні пристосування використовують навіть пристосування для обертання, наприклад, поворотні установки, якщо необхідно, щоб транспортний засіб служив одночасно і мобільним монтажним робочим місцем. Загальним для всіх візків є те, що вони приймають вантаж тільки на певній висоті й не можуть здійснювати приймання вантажу з підлоги.

Область застосування: горизонтальне транспортування на всьому виробництві для прийому й віддачі вантажу на певній висоті; зчеплення робочих місць і застосування як монтажних платформ (наприклад, складання моторів в автомобільній індустрії).

Візки з виловним захоплювачем. Візки з виловним захоплювачем – це підйомно-транспортні засоби, призначені для горизонтального транспортування розташованих на підлозі вантажних одиниць на допоміжних наван-

тажувальних засобах, таких як європіддони, хімічні піддони, єврогіттер-бокси, контейнери на роликах та ін. (див. табл. 3.21 і 3.24). Вони складаються із двох вилок, кожна з яких обпирається на ролик без приводу й керування, і рами, несучої механіку або гідравліку для операцій підняття, привідний механізм, керуючий пристрій, батарею й, у випадку автоматизації, блок автоматичного керування. Візки з виловчим захоплювачем – це винятково триколісні засоби. Вони під'їжджають під вантажну одиницю та піднімають її на 100 мм, можуть піднімати вантажі тільки з підлоги і ставити тільки на підлогу, переносять їх усередині опорного контуру.

Розрізняють конструкції, що обслуговуються вручну, з оператором і автоматичні. Візки з виловчим захоплювачем можуть їздити вперед та назад. При захопленні вантажу при автоматичному виконанні вони повинні працювати зі зниженою швидкістю, оскільки пристосування безпеки діє лише для уповільненого ходу. Візки з виловчим захоплювачем, як правило, піднімають тільки один піддон, хоча при використанні подовжених вилок можуть захоплювати і два піддони одночасно.

Область застосування: горизонтальне транспортування штучних вантажів на короткі відстані із середньою частотою транспортування на підлоговому рівні на всьому підприємстві. Транспортуються вантажі на таких допоміжних навантажувальних засобах, як європалети, хімічні піддони, єврогіттер-бокси, контейнери на підставках та ін. Переважно застосовуються для транспортування піддонів між робочими місцями й на стиснутих площадках (у контейнерах, вантажних автомобілях або залізничних вагонах).

Штабелеукладач. Штабелеукладачі – це підйомно-транспортні засоби з піднімальною функцією, що підходять як для захоплення й передачі розташованих на підлозі вантажів, так і для обігу з вантажами, що зберігаються на підйомно-транспортних засобах постійної дії або в стелажах. Штабелеукладачі виконуються в різних конструкціях, серед яких далі розглянуто виловчий штабелеукладач; штабелеукладач із вилами, рознесеними між бічними опорами; штабелеукладач із висувною виловою; штабелеукладач із висувною вантажопідйомною рамою; бічний навантажувач; чотириходовий штабелеукладач; козловий навантажувач; штабелеукладач для комісіонування.

Вилочний штабелеукладач (також фронтальний штабелеукладач, штабелеукладач із противагою). Основними конструктивними вузлами виловчого штабелеукладача є піднімальний пристрій, ходовий механізм, механізм керування, привід і вантажозахоплювальний пристрій (див. табл. 3.21 і 3.24). Вилочні штабелеукладачі захоплюють вільнолежачий вантаж, розташований поза їхнім опорним контуром за допомогою вилок, розташованих фронтально на піднімальному пристрої, та піднімають його.

Для полегшення узяття вантажу піднімальний пристрій нахилено на 3° уперед. У піднятому стані піднімальний пристрій нахилиється на $8\text{--}10^\circ$ назад, щоб уникнути зісковзування транспортованого вантажу у процесі переміщення. Підняття вантажу й процес нахилу, як правило, здійснюються гідравлікою. Штабелеукладачі з електромотором обладнані окремим привідним двигуном для гідравлічної установки, що вмикається лише при піднятті. У штабелеукладачах із двигунами внутрішнього згоряння гідронасос сполучений із двигуном і працює постійно. При цьому, коли не відбувається підняття, цикл тиску замкнутий накоротко. Високопотужні дизельні двигуни забезпечують більш високу швидкість підняття, ніж привідні механізми батарейного живлення з низькою потужністю, насамперед, при великій масі вантажу, що піднімається.

Оскільки піднімальний пристрій з вантажем розташовується перед передніми колесами штабелеукладача, вилочні укладачі обладнані противагою на протилежному кінці. Це необхідно для того, щоб штабелеукладач не перекидався при гальмуванні й щоб приводні колеса не були перевантажені. Тому батарея також часто розташовується відповідно в задній частині штабелеукладача. Щоб досягти великої висоти підйому при одночасно малій висоті транспортного засобу, піднімальний пристрій є, як правило, телескопічним і складається із двох або трьох сегментів. Підняття вантажу відбувається за рахунок комбінації гідравлічного циліндра з ланцюговим поліспадом за принципом лебідки.

Більшість штабелеукладачів мають три- або чотириколісну ходову частину в рамній конструкції та зварені з окантованих профілів полегшеної конструкції, трубок і листів металу. У передній частині, зверненої до піднімального пристрою, є некеровані колеса, причому розрізняють керування з поворотним колом і з поворотним турнікетом осі.

Вилочні навантажувачі стандартної конструкції оснащуються кованими лапами. Їхньою великою перевагою є те, що за допомогою численних альтернативних вантажозахоплювальних пристроїв їх можна пристосувати для безлічі випадків застосування. Для особливих випадків застосовуються вилочні навантажувачі важкої конструкції. Наприклад, це необхідно на контейнерних терміналах, де навантажувачі транспортують і штабелюють контейнери. Вилочні штабелеукладачі є єдиними штабеле-укладачами, крім штабелеукладачів з висувною вантажопідйомною рамою та штабелеукладачів для високих стелажів, які можуть бути повністю автоматизовані.

Штабелеукладачі є найбільш часто застосовуваними підйомно-транспортними засобами і потребують конструктивного оформлення з урахуванням ергономіки, оскільки сьогодні вони усе ще дуже часто обслуговуються вручну. Це стосується насамперед розташування сидіння для водія й умов видимості. На відміну від інших підйомно-транспортних засобів для

обслуговування складів, штабелеукладачі можуть залишати склад. Їх робоча ділянка включає і підготовчу зону складу, і виробництво. У такий спосіб можна мінімізувати процеси перевалки. Обмеження для планування виникають при проектуванні дверей і воріт з урахуванням висоти штабелеукладача. Варто уникати похилих в'їздів, оскільки вони роблять дуже великі навантаження на батарею штабелеукладача. Поряд із застосуванням на виробництві, штабелеукладачі можна використовувати й у зоні відправлення, для завантаження й розвантаження вантажних автомобілів і залізничних вагонів. Це відбувається як з бічної сторони на рівні підлоги, так і за допомогою під'їзду автомобіля або вагона по похилій площині. Відповідно необхідно співвідносити вантажопідйомність і параметри вантажного простору транспортного засобу та вагу й габарити навантажувача. Це стосується й дорожнього просвіту навантажувача, що повинен забезпечувати проїзд через сходи.

Область застосування: сполучення горизонтального транспорту штучних вантажів із роботами зі штабелювання на всьому виробництві. Транспортуються вантажі на таких допоміжних навантажувальних засобах, як європалети, хімічні піддони, сітчасті контейнери, а також окремі деталі, а при використанні іншого навісного устаткування – відповідні вантажі. Переважним застосуванням є навантаження й розвантаження піддонів у стелажах. У майбутньому штабелеукладачі будуть дедалі частіше підпорядковуватись автоматичній системі керування штабелеукладачами для обслуговування складів висотою 6–8 м.

Штабелеукладач із вилами, рознесеними між бічними опорами. Штабелеукладачі з вилами, рознесеними між бічними опорами, піднімають вантаж на міцних лапах, закріплених на піднімальній непохилій щоглі так, що центр ваги перебуває усередині опорного контуру (див. табл. 3.21). Передні колеса встановлені на розпірках, розташованих по обидві сторони від вантажу (колісні консолі з внутрішнім зазором, як правило, 900 мм). Вони є непривідними або неповоротними. Такі штабелеукладачі при узятті вантажу з підлоги підходять лише для вантажних одиниць, що містяться між бічними опорами. Це, наприклад, розташовані, завдовжки, європалети, у той час як поперечно розташовані європалети не можуть бути транспортовані. При підлоговому і стелажному складуванні для під'їзду бічних опор для захоплення вантажу необхідно, щоб між вантажними одиницями був простір близько 200 мм. Ці штабелеукладачі мають три або чотири колеса, причому привідна вісь завжди розташована на протилежному вантажу боці. Вони можуть обслуговуватися вручну або біти автоматизованими.

Область застосування: відповідно до наведених раніше недоліків обмежене застосування порівнянно з виловними штабелеукладачами, наприклад, на складах.

Штабелеукладач із висувною вилкою. Штабелеукладачі з висувною вилкою мають схожу конструкцію зі штабелеукладачами з вилами, рознесеними між бічними опорами. Поряд із принципово схожим ходовим пристроєм вони також мають тверду непохилу щоглу, але замість твердих вилок оснащені телескопічною вилкою з гідравлічним приводом (див. табл. 3.31). Вони можуть захоплювати подовжньо розташовані піддони з підлоги й підтягувати їх до опор, якщо дистанція між ними більше 800 мм. Розташовані поперек піддони потрібно спочатку підняти за допомогою висувної вилки поза опорним контуром на 300–350 мм (залежно від типу конструкції), тільки потім за допомогою висувної вилки їх можна помістити зверху опор частково усередині опорного контуру.

Область застосування: сполучення горизонтального транспорту штучних вантажів із роботами зі штабелювання з перевагою останніх у всій галузі виробництва. Транспортуються вантажі на таких допоміжних навантажувальних засобах, як європалети, хімічні піддони, сітчасті контейнери або контейнери на підставках. Краще застосовувати при штабелюванні в блокових складах і для розвантаження й завантаження вантажних автомобілів або вагонів. Можливе складування без простору для під'їзду опор. Якщо такий простір є, можливе складування другого шару, а також серединна виймка з вантажного автомобіля.

Штабелеукладач із висувною вантажопідйомною рамою. Штабелеукладачі з висувною вантажопідйомною рамою в загальному випадку подібні до штабелеукладачів з вилами, рознесеними між бічними опорами (див. табл. 3.22). Поряд із принципово схожим ходовим механізмом вони мають висувну раму, що частково нахилиється, із жорсткими лапами. Для захоплення вантажу або його віддачі вся рама за допомогою гідравліки рухається по роликах на опорах уперед, доки вили не зайдуть під вантажну одиницю. Для подовжньо стоячих піддонів, як правило, можливе підлогове складування, поперечно стоячі піддони необхідно спочатку підняти на 300–350 мм, щоб їх можна було затягти на опори.

Область застосування: як і штабелеукладачі з висувною вилкою, складування другим шаром і серединним вийманням з вантажного автомобіля неможливі.

Бічний навантажувач. Бічні навантажувачі – це комбінація причіп-платформи з вузькою кабіною водія та штабелеукладача з висувною вантажопідйомною рамою, розташованою посередині перпендикулярно довгої осі транспортних засобів (див. табл. 3.22). Для захоплення вантажу навантажувач проїжджає в прямому напрямку повз вантаж, що підлягає транспортуванню, під прямим кутом до цього напрямку виїжджає висувна конструкція в нижньому положенні, доки лапи не опиняться під вантажною

одиницею, піднімає її й тягне щоглою в піднятому стані назад. При транспортуванні вантаж розташовується по довгій осі транспортного засобу з опорою на всю навантажувальну площу. Бічні навантажувачі, як правило, мають чотири колеса й можуть пересуватися вперед та назад. До тепер вони обслуговуються лише вручну.

Область застосування: бічне завантаження й розвантаження вантажних автомобілів і відкритих вагонів. Прийняття на склад і відправлення, а також транспортування довгомірних вантажів, насамперед поза заводськими приміщеннями під відкритим небом. Транспортуються такі допоміжні навантажувальні засоби, як піддони, сітчасті контейнери, контейнери на підставках, але насамперед незв'язані довгомірні вантажі й вантажі в касетах.

Чотириходовий штабелеукладач. Чотириходові штабелеукладачі – це штабелеукладачі з висувною вантажопідйомною рамою, в яких, однак, всі чотири колеса обертаються на 90° (див. табл. 3.22), тому вони можуть застосовуватися і як бічні навантажувачі. Ширина вилки може регулюватися гідравлічно. Штабелеукладачі переміщаються складськими проїздами по роликах, які обпираються на стелажі. Чотириходові штабелеукладачі донині обслуговуються тільки вручну. Через геометрію та керованість їхніх коліс вони дуже поворотливі, можуть обертатися на місці і їздити в сторони.

Область застосування: вантажні одиниці з піддонами та довгомірні вантажі при малій ширині проїзду, переважно в зоні складу.

Козловий навантажувач. Козлові навантажувачі захоплюють вантаж зверху усередині опорного контуру, причому за рахунок своєї висоти вони забезпечують можливість складування другим шаром (див. табл. 3.22). Вантаж захоплюється грейферами (спредерами) і при транспортуванні висить між колісами. Для захоплення або віддачі вантажу навантажувач проїжджає зверху вантажу. Навантажувачі мають чотири колеса, зазвичай з повним приводом і керуванням.

Область застосування: горизонтальне транспортування штучного вантажу у відкритих складах, насамперед у портах. Транспортуються вантажі на спеціальних піддонах, великі й громіздкі вантажі, довгомірні вантажі та контейнери.

Штабелеукладач для комісіонування. Штабелеукладачі для комісіонування мають поряд із вантажозахоплювальним пристроєм із бічними телескопічними лапами додатково пульт керування, вертикально рухливий разом із вантажозахоплювальним пристроєм (первинний піднімальний пристрій) (див. табл. 3.22). Часто вантажозахоплювальний пристрій є також рухливим відносно кабіни водія (вторинний піднімальний пристрій), щоб полегшити комісіонерів прийняття товару. Вантажозахоплювальний прист-

рій перебуває на початку комісіонування в найвищій позиції вторинного піднімального пристрою, надалі він опускається стосовно кабіни водія.

Штабелеукладачі для комісіонування, як правило, чотириколісні, всі колеса керовані, що робить їх дуже рухливими. У складських проїздах вони часто оснащені роликами, які їдуть по рейках на стелажах.

Область застосування: У стелажних складах для прийняття на склад або відправлення цілих вантажних одиниць, але насамперед для комісіонування малих вантажів. Навантажувачі можуть працювати в декількох складських проїздах і є незалежними від стелажів.

Навантажувач для багатоярусних стелажів, стелажний навантажувач. Навантажувачі для багатоярусних стелажів – це штабелеукладачі із непохилою, переважно телескопічною рамою, на якій можуть бути встановлені різні вантажозахоплювальні пристрої (див. табл. 3.23). Вони, як правило, мають чотири колеса, оскільки їхня висота обслуговування до 12 м створює особливі вимоги до стійкості. З цієї ж причини більшість майбутніх навантажувачів для багатоярусних стелажів призначені для висоти обслуговування до 8 м. У складських проїздах вони можуть пересуватися по роликах.

У випадку ручного керування для допомоги операторові є позиціонування по відмітках на підлозі й стелажах (для горизонтального переміщення) і позначках на піднімальній рамі (для вертикального переміщення). Найпоширенішими вантажозахоплювальними пристроями є телескопічні лапи й поворотно-висувні качани. С-гаки застосовуються вкрай рідко. Навантажувачі для багатоярусних стелажів обслуговуються, як правило, вручну і лише недавно їх стали застосовувати як автоматичні штабелеукладачі.

Область застосування: У стелажних складах з висотою штабелів до 8 м (у виняткових випадках 12 м) для приймання й відправлення цілих вантажних одиниць, коли при відносно невисокому оберті й використанні двох пристроїв необхідно здійснити виймання або приймання вантажів середньої або великої ваги (близько 1 т) у декількох проїздах. Також якщо необхідно, щоб пристрої для обслуговування складу могли виїжджати в підтовчу зону або на виробництво.

Навантажувач для багатоярусних стелажів із телескопічними лапами. Дві телескопічні лапи розташовані попереду на навантажувачі перпендикулярно напрямку руху як вантажозахоплювальні пристрої на піднімальній рамі й можуть висуватися в обидва боки. Тому навантажувач може проїжджати у вузьких проїздах, але не має можливості здійснювати в них захоплення вантажу з підлоги.

Навантажувач для багатоярусних стелажів з поворотно-висувними лапами. Поворотно-висувні лапи можуть висуватися у бік і повертатися на 90° від середнього положення (напрямку руху). При захопленні й віддачі товару лапи спочатку повертаються в напрямку до полиці, потім

висуваються так, щоб перебувати усередині бажаної полиці. Шляхом підняття (при розвантаженні) або опускання (при завантаженні) усього вантажозахоплювального пристрою вантаж захоплюється або вивільнюється. Шляхом зворотного руху лапи знову розташовуються попереду навантажувача. Поворотність лап уможливорює завантаження й розвантаження як по напрямку руху, так і на стелажах один навпроти одного.

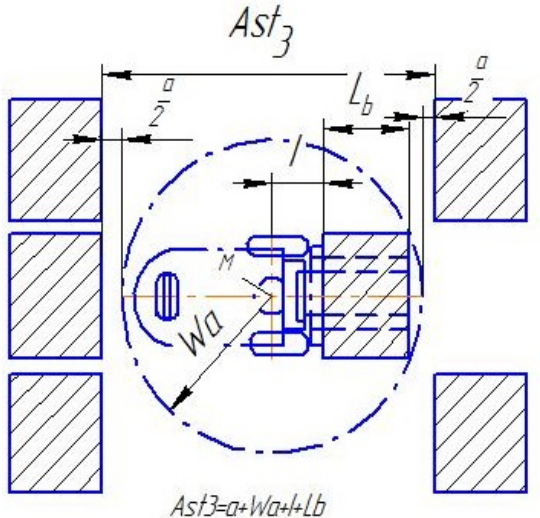
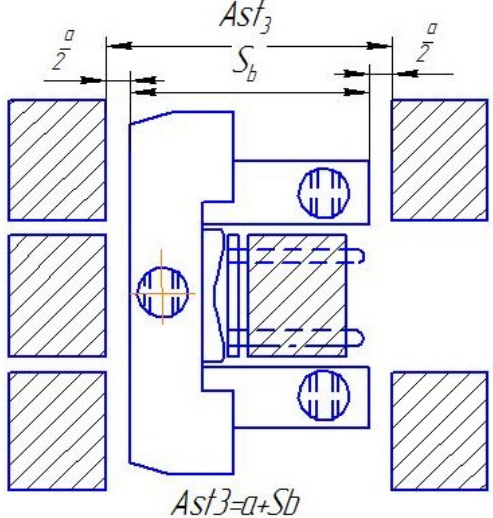
Навантажувачі для багатоярусних стелажів з поворотно-висувною вилкою можуть захоплювати вантажі з підлоги, але потребують більше широких проїздів для здійснення повороту лапи.

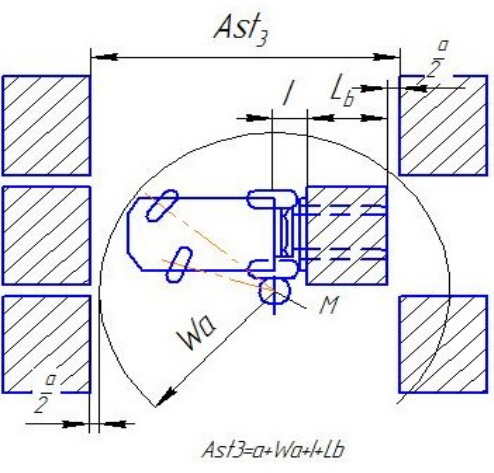
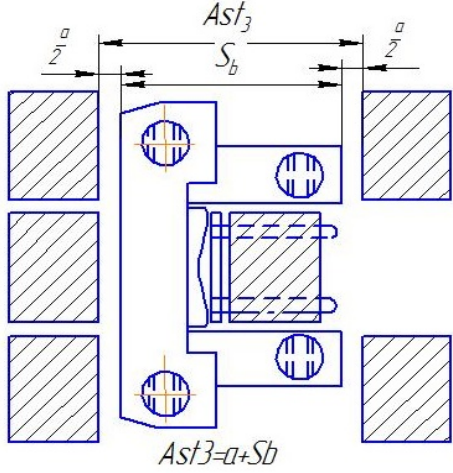
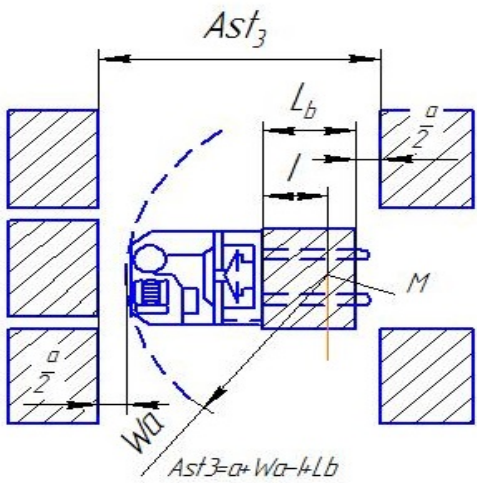
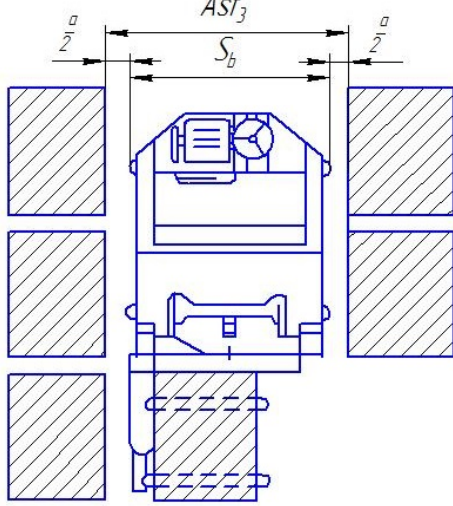
Вплив конструкції навантажувача на ширину робочих проїздів.

Названі види навантажувачів застосовуються для навантаження й розвантаження вантажних одиниць із підлоги або зі стелажів. При цьому для багатьох штабелеукладачів необхідні зміни напрямку руху на 90° , у той час як деякі можуть захоплювати вантажні одиниці за допомогою відповідних вантажозахоплювальних пристроїв без зміни напрямку руху. Отже, необхідна ширина робочих проїздів сильно відрізняється для різних навантажувачів. Цей параметр особливо важливий для величини допоміжної площі й простору, наприклад, на складі, і безпосередньо визначає ступінь використання площі або об'єму. У табл. 3.22 наведено різні показники ширини робочих проїздів (Ast) для різних видів штабелеукладачів.

Таблиця 3.22

Вплив конструкції навантажувача на ширину робочих проїздів

Штабелер, який виконує поворот на 90° для здійснення захоплення вантажу	Штабелер, який здійснює захоплення вантажу без зміни напрямку руху
 <p style="text-align: center;">$Ast_3 = a + Wa + Lb$</p>	 <p style="text-align: center;">$Ast_3 = a + Sb$</p>
Штабелер з лапами із керуванням трьох коліс	Чотириходовий навантажувач з лапами з керуванням трьох коліс

 <p style="text-align: center;">$Ast_3 = a + Wa + Lb$</p>	 <p style="text-align: center;">$Ast_3 = a + Sb$</p>
<p style="text-align: center;">Штабелер з лапами із керуванням чотирьох коліс</p>	<p style="text-align: center;">Чотириходовий штабелер з лапами з керуванням чотирьох коліс</p>
 <p style="text-align: center;">$Ast_3 = a + Wa + Lb$</p>	 <p style="text-align: center;">$Ast_3 = a + Sb$</p>
<p style="text-align: center;">Штабелер з лапами, рознесеними між бічними опорами</p>	<p style="text-align: center;">Штабелер-укладач</p>
<p>Ast_3 = діапазон робітника Wa = радіус повороту $a/2$ = інтервал безпеки M = точка обертання</p>	<p>l = відстань точки обертання від передньої частини навантажувача Lb = діапазон завантаження Sb = ширина навантажувача</p>

Вилочні штабелеукладачі із три- і чотиріколісною конструкцією, штабелеукладачі з вилами, рознесеними між бічними опорами, штабелеукладачі з висувними лапами та з висувною вантажопідіймною рамою повинні робити в робочому проїзді поворот на 90° для захоплення або вивільнення вантажу. Ширина проїзду розрізняється залежно від геометрії ходової частини й керування відповідно до різного радіуса повороту (Wa). Тому вони

мають потребу в значно більшій ширині проїзду, ніж описані нижче навантажувачі.

Чотириходовий навантажувач, навантажувач для комісіонування й навантажувач для багатоярусних стелажів можуть робити захоплення й вивільнення вантажу без зміни напрямку руху. Вони відзначаються значно меншою необхідною шириною проїздів.

Для чотириходового навантажувача потрібні, однак, більш широкі проїзди, ніж для навантажувача для комісіонування й навантажувача для багатоярусних стелажів, оскільки в них вантажні одиниці розташовані поруч із сидінням/стійкою водія. Для навантажувачів для комісіонування й навантажувачів для багатоярусних стелажів ширина проїздів багато в чому визначається шириною вантажних одиниць і додатково безпечною відстанню по 100 мм з кожного боку.

Винятково для навантажувачів для багатоярусних стелажів з поворот-новисувною вилкою необхідний до того ж невеликий системно-технічний вільний простір, обумовлений процесом повороту. Тому вони мають набагато менш вигідну ширину проїзду, ніж навантажувачі з телескопічними лапами.

Транспортери на повітряній подушці. У деяких випадках, особливо тоді, коли необхідні рухливість і поворот на місці або необхідно транспортувати особливо важкі вантажі, частину ходового механізму підлогового навантажувача замінюють повітряною подушкою (див. табл. 3.23). Колеса, що залишилися, виконують не опорну функцію, а привідну, гальмівну й функцію керування. Ці транспортери приєднані до стаціонарного компресора й електромережі для надходження повітря та електроенергії і тому, як правило, не оснащені батареями. Крім того, вони висувають особливі вимоги до властивостей опорної поверхні. Транспортери на повітряній подушці, як правило, обслуговуються вручну.

Область застосування: транспортування дуже важких вантажів, наприклад, рулонів паперу, котушок, великих інструментів і сталевих пластин. Застосування для дуже вузьких, вигнутих шляхів пересування та для важкодоступних машин, оскільки їх пересування в будь-яку сторону забезпечує оптимальну маневреність.

Автоматичні підлогові транспортні засоби. Автоматичні підлогові транспортні засоби застосовуються в безоператорних транспортних системах (див. табл. 3.24). Вони керуються автоматично й рухаються, залежно від принципу керування, уздовж певних ліній або вільно, без безпосереднього втручання людини. Часто ними керує головний комп'ютер. Вони конструюються у вигляді тягачів, візків, візків із лапами для транспортування й у вигляді штабелеукладачів для штабелювання.

Керування транспортним засобом [5]. Існує два основних принципи автоматичного керування транспортним засобом. Керування може здійснюватися за допомогою нанесених на перешкоди або прокладених на підлозі напрямних ліній, або уздовж запрограмованих шляхів пересування за допомогою моделей навколишнього середовища, ретельно змодельованих обчислювальним пристроєм транспортера (рис. 3.10).

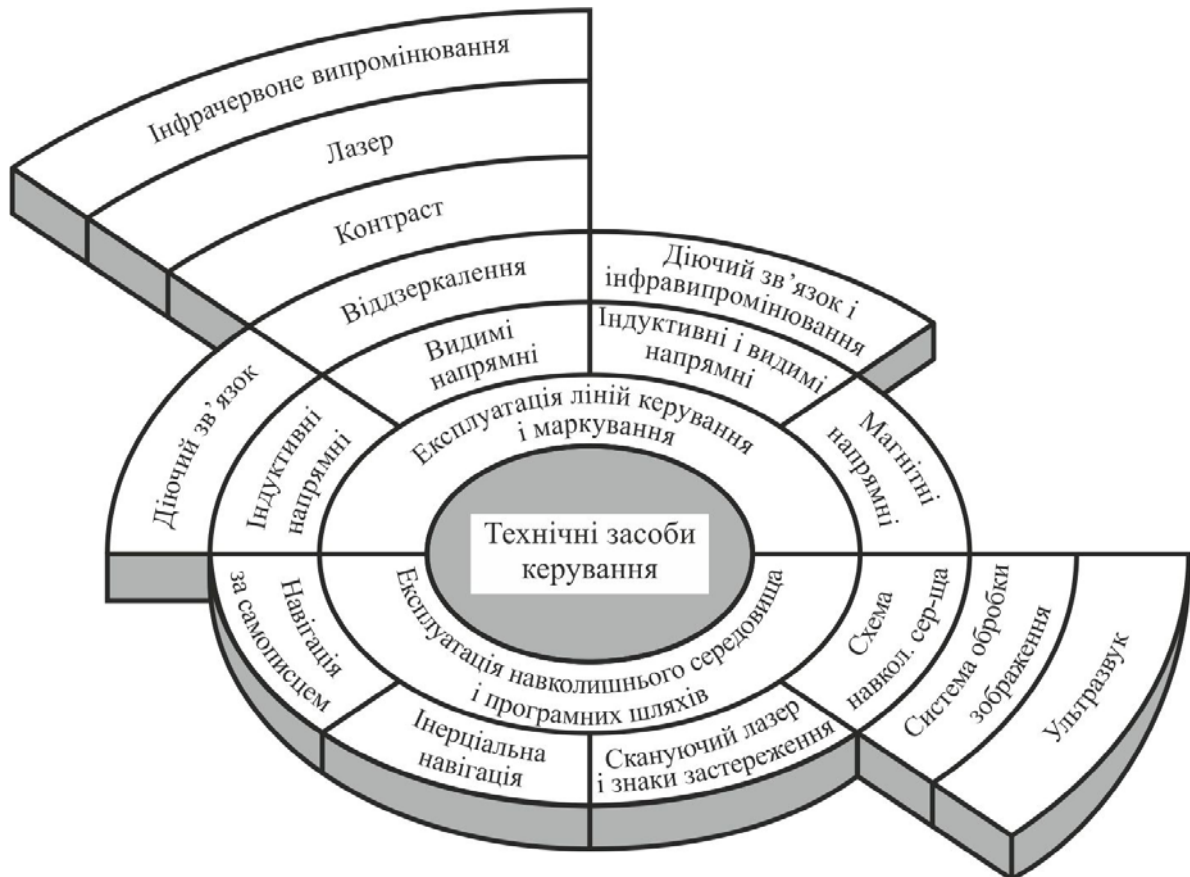


Рис. 3.10. Приклади важливих технік керування та визначення місця розташування для автоматичних підлогових транспортних засобів

До першого методу належить механічне керування (сьогодні більше не використовується), індуктивне, оптичне, магнітне керування й змішані форми. Вони орієнтуються по встановлених лініях і оцінках, інстальованих в зоні шляху пересування.

Відповідно до другого принципу застосовуються методи навігації обчисленням шляху й інерціальної навігації, керування за допомогою скануючих лазерів і позиційних маячків, за допомогою ультразвуку й систем обробки зображень. Вони використовують програмувальні шляхи пересування або моделі навколишнього середовища, збережені в комп'ютері транспортного засобу. При цьому здебільшого застосовується комбінація абсолютної системи вимірів (наприклад, ультразвук, лазер або система

обробки зображень) і відносна система вимірів. Остання може працювати за принципом навігації обчислення шляху, при якій ураховується пройдений шлях і кути повороту, або за принципом інерціальної навігації, коли вимірюються бічні прискорення, обумовлені відхиленням від курсу.

Абсолютна більшість всіх застосовуваних установок використовує індуктивний принцип керування. По всьому світі розробляються альтернативні техніки керування, які в майбутньому набувають дедалі більшого значення й потребують наступного розгляду.

Механічне керування. Транспортні засоби керуються, наприклад, за допомогою напрямних стрижнів, підвішених до стелі приміщення, установлених на стелажах або втоплених у підлозі рейках. При відхиленні від певного положення стрижня застосовується техніка регулювання. На відміну від звичайних транспортних засобів, у цьому випадку вони їздять по контактних рейках. В альтернативних системах керування відбувається примусово за допомогою втоплених у підлозі рейок. Такі транспортні засоби не мають ніякого інтелекту і не роблять ненаправлених рухів.

Індуктивне керування з напрямним кабелем. Транспортні засоби рухаються по прокладених індукційних кабелях зі змінним струмом, знімаючи результуючі магнітні поля за допомогою встановлених праворуч і ліворуч котушок, установлених на транспортері. Індуковані в обох котушках напруги зрівнюються. При їхній відмінності відбувається зміна напрямку транспортного засобу у бік необхідного курсу. Зв'язок з головним комп'ютером відбувається також за допомогою ведучих шлейфів у підлозі.

На установках з декількома розгалуженими транспортними засобами є різні частоти для простого вибору шляху на розвилках (багаточастотне керування), тому шляхи транспортних засобів можуть відрізнятися. Щоб транспортні засоби не зіштовхувалися, проведення активується тільки на певних блок-ділянках, причому на одній блок-ділянці може перебувати лише один транспортний засіб (керування блок-ділянками).

Індуктивне керування з растром. У підлозі прокладаються у формі сітки численні паралельні індуктивні петлі на однаковій відстані одна від одної. Транспортні засоби оснащені датчиками шляху й кутового переміщення з відліком у збільшеннях і переміщаються за принципом навігації обчисленням шляху з відносною системою вимірів. Відносно обмірювана позиція щоразу різніюється й корегується за абсолютним растром.

Оптичне керування по лініях на підлозі. Транспортні засоби рухаються по нанесених або наклеєних на підлозі кольорових або металевих лініях, використовуючи контраст кольору лінії порівняно з підлогою, що відбиває світло або ультрафіолетове випромінювання. Напрямні лінії відріз-

няються великою зношуваністю, тому цей метод часто набуває застосування в офісних приміщеннях або лікарнях, а не у виробничих зонах.

Оптичне керування з растром. На підлозі у вигляді шахівниці укладаються пластини різного кольору, що утворюють абсолютний растр. Транспортні засоби оснащені датчиками шляху й кутового переміщення і переміщаються за принципом навігації обчисленням шляху з відносною системою вимірів. Відносно обмірювана позиція щоразу зрівнюється й корегується за абсолютним растром. Растром служить, як правило, лицювальна плитка, тому цей принцип керування підходить більше для застосування в офісах. Однак у фабричних приміщеннях растр також можуть утворювати бетонні плити, наприклад, плити Stelcon.

Оптичне керування з лазером або інфрачервоним світлом. Транспортні засоби рухаються по спрямованих лазерних або інфрачервоних променях і ділянками можуть пересуватися лише в прямому напрямку. Відповідно їх не можна застосовувати в комплексних системах. Також необхідно враховувати, що в зоні знаходження людини їх можна використовувати лише при забезпеченні достатніх мір безпеки.

Індуктивне й оптичне керування. Транспортні засоби рухаються по індуктивному кабелю, і комунікації з керуючим комп'ютером відбуваються за допомогою інфрачервоного світла. Напрямний кабель більше не повинен бути розділений на блок-діляниці. Від комунікативних петель у підлозі можна відмовитися. У такий спосіб можна знизити витрати на облаштування, підлоги приблизно на одну п'яту. Замість фізичних блок-діляниць комп'ютер постійно резервує окремі сегменти шляху для одних транспортних засобів і блокує для інших.

Магнітне керування. Транспортні засоби рухаються по наклеєних на підлозі смугах, що складаються з гумової суміші або пластику з закладеними в них невеликими магнітами або порошком, що намагнічується. Якщо домішується залізний порошок, попереду на транспортному засобі має бути встановлена намагнічувальна котушка для активації смуг. За намагнічувальною котушкою праворуч і ліворуч від смуги встановлюються зчитуючі котушки. Аналогічно з індуктивним керуванням засіб дотримується курсу, використовуючи порівняння індукованих у зчитуючих котушках напруг і відповідну техніку регулювання. Перевагою цієї системи порівняно з індуктивним керуванням є пасивна конструкція підлоги, що не потребує проведення електричного струму. Перевагою перед оптичним керуванням з наклеєними на підлозі смугами є більша зносостійкість.

Магнітне керування з растром. На підлозі знаходиться покриття із плиток, що складається з гумової суміші або пластмаси. У кожний кут

плитки закладені магніт або порошок, що намагнічується. Так утворюється абсолютний растр. Транспортні засоби оздоблені датчиками шляху й кутового переміщення рухаються за принципом навігації обчислення шляху. Відносно обмірювана позиція щоразу рівняється й корегується за абсолютним растром на намагнічених кутах.

Навігація обчисленням шляху (одометрія). Транспортні засоби переміщаються від точки відліку з використанням таблиці відстаней і інформації про місце призначення, збережених на бортовому комп'ютері, й екстраполюють свій рух до наступної точки відліку. Одометрія – це відносний метод виміру, що потребує наявності датчиків шляху з відліком у збільшення, вимірюється також оберт коліс і кут повороту. Цей метод повинен підпорядковуватися абсолютній системі виміру. Його точність сильно залежить від того, наскільки точно транспортний засіб позиціонується на точці відліку, від якості підлогового покриття й від того, наскільки зношені й забруднені колеса.

Інерціальна навігація. Аналогічно навігації обчисленням шляху транспортні засоби пересуваються між точками відліку, щоправда, не роблять виміри шляху й кутів. Вони проводять виміри за допомогою гіроскопів (датчиків з колами Мора для зняття прискорень за трьома координатами) свої кутові й лінійні прискорення, щоб точно дотримуватися курсу. Відхилення від курсу відразу виявляються, й поточна позиція визначається щодо ідеальної лінії. Інерціальна навігація – це відносний метод навігації, підпорядкована, також як і навігація, обчисленням шляху, абсолютній системі виміру. Оскільки цей метод потребує дуже дорогого устаткування з повітряної навігації, він поки не є економічно виправданим.

Скануючі лазери й позиційні маячки. Стаціонарно встановлюється два або більше лазерів, що посилають промені через поворотні дзеркала, також як і передавач, що випускає опорні сигнали з певним інтервалом. Транспортні засоби приймають сигнали за допомогою фотодетекторів і визначають своє положення за часовим проміжком між сигналом лазера й опорним сигналом.

Такий самий метод можна застосовувати, якщо лазери встановлені на транспортних засобах, а фотодетектори – на перешкодах. Це метод абсолютної навігації та повинен мати переваги над відносними системами вимірювання шляху. За сьогоdnішнім станом техніки його можна оцінити як економічно невигідний і такий, що підходить лише для систем з невеликою кількістю транспортних засобів.

Система обробки зображень. Припустимими є три способи застосування систем обробки зображень для керування безоператорними транспортними системами.

Відповідно до першого способу транспортні засоби періодично роблять актуальну картину свого оточення, порівнюють її зі збереженим на борто-

вому комп'ютері належним зображенням і роблять корекцію позиції транспортного засобу. Прикладом такого методу є так званий ладар. Ладар – це комбінація лазера й радара. Транспортні засоби періодично випускають у процесі пересування лазерні й радарні сигнали та приймають у такий спосіб актуальне зображення свого оточення. Бортовий комп'ютер генерує із прийнятих даних сильно спрощену модель оточення й порівнює її зі збереженим образом, отриманим під час навчальної поїздки. Комп'ютер транспортного засобу відповідно визначає актуальну позицію.

При другому способі транспортний засіб орієнтується за допомогою системи обробки зображень за оцінками по сторонах від шляху пересування, що складаються з яскравої безперервної лінії й свого роду штрих-кодів на певній дистанції один від одного, для визначення абсолютної позиції.

При третьому методі система обробки зображень перебуває вже не на транспортному засобі, а встановлена стаціонарно, наприклад, на стелі приміщення. Транспортні засоби мають мітки й розпізнаються зверху, також установлюється їх місце розташування. Вони одержують вказівки з корегування шляху за допомогою інфрачервоного каналу зв'язку.

Всі три принципи є абсолютними методами навігації. Всі вони можуть мати переваги над відносними системами виміру шляху. Уже сьогодні з погляду витрат їх можна охарактеризувати як цікаву, хоча й безпроблемно застосовну навігацію лише для систем з малою кількістю транспортних засобів.

Ультразвук. Транспортні засоби посилають упродовж поїздки ультразвукові сигнали й приймають їхнє відбиття від знайомих, збережених на бортовому комп'ютері поверхонь (стіни, машини та ін.). Так вони визначають поточну позицію й корегують її відхилення від належної. Технологія ультразвуку – це абсолютний навігаційний метод, що може мати перевагу над відносними системами виміру шляху. Вона може в майбутньому розглядатися як цікава альтернатива напрямному кабелю. Недоліком є те, що на одному відрізку шляху завжди може перебувати лише один транспортний засіб, інакше можуть виникнути помилкові інтерпретації ультразвукового сигналу. Тому метод можна застосовувати лише для систем з малою кількістю транспортних засобів.

Переваги й недоліки згаданих вище технологій керування наведено у табл. 3.23 на основі важливих критеріїв оцінки.

Застосовність у комплексних системах дозволяє судити про можливість застосування технології в системах з більшою кількістю транспортних засобів і складних шляхів пересування.

Гнучкість при змінах планування дає висновок про те, з якими витратами сполучені зміни курсів при використанні кожної технології.

Поняття *комунікативні можливості* розуміють як можливість зв'язку з керуючим комп'ютером, використовуючи тільки ресурси технології, без застосування додаткових компонентів. На це на сьогодні здатні лише системи, керовані індуктивно або ті, що використовують інфрачервоний спектр.

Таблиця 3.23

Порівняльне зіставлення важливих технологій керування й визначення місця розташування для автоматичних підлогових транспортних засобів

Критерії оцінки	Технічні засоби керування									
	індуктивні напрямні	видимі напрямні. Відбиття або контраст	видимі напрямні. лазер або інфрачервоне випромінювання	індуктивні й видимі напрямні	магнітні напрямні	навігація з обчислення шляху з використанням самописців	інерціальна навігація	скануючий лазер і положення попереджувальних знаків	схема навоколишнього середовища. Обробка зображень	схема навоколишнього середовища. Ультразвук
Застосовність у комплексних системах	●	○	◐	●	◐	○	◐	◐	◐	◐
Гнучкість зміни макета	○	◐	◐	○	○	●	●	●	●	●
Можливості передачі даних	●	○	●	●	○	○	○	○	○	○
Капітало-вкладення	◐	●	◐	◐	◐	◐	○	○	○	◐
Обмеження	●	◐	◐	◐	●	◐	●	○	●	●
Обмеження будівлі	○	●	●	◐	●	●	●	●	●	●
Безвідмовність	●	◐	◐	◐	●	◐	◐	◐	◐	
Стійкість до зношування	●	○	●	●	◐	●	◐	◐	◐	●

Умовні позначення: ◐ – мало підходить; ○ – не підходить; ● – підходить.

Інвестиційні витрати на безоperatorні транспортні системи високі для всіх технологій керування порівняно з альтернативними підйомно-транспортними механізмами. Зроблені відповідно до цього порівняння висновки повинні сприйматися як дуже відносні.

Обмеження перешкодами можуть бути спричинені предметами, що переривають зоровий зв'язок між транспортним засобом і оптичним передавачем або предметами, що перебувають на підлозі та прикривають оптичну напрямну лінію, а також забрудненням поверхні.

Обмеження приміщення – це вплив на приміщення й вимоги до нього, наприклад, фрезерні пази в підлозі й характеристики підлогового покриття

(установка устаткування в підлозі), які насамперед варто враховувати для індуктивно керованих транспортних засобів.

Безаварійність розуміють як захищеність від неполадок, що можуть спричиняти часткове або повне виведення системи з ладу.

Поняття *стійкість на зношування* описує необхідність частого відновлення маркування внаслідок зношування, а також чутливість і ризик поломки окремих компонентів системи керування транспортними засобами.

Керування системою. Взагалі розрізняють централізоване й децентралізоване керування в системах керування транспортними засобами. Обидві форми мають на найвищому рівні центральний комп'ютер (Host), але відрізняються на нижчих рівнях. Централізоване керування має на нижчому рівні комп'ютер, що повністю виконує такі завдання, як установлення місця розташування транспортного засобу, вибір місця очікування для незадіяних транспортних засобів, зв'язок із транспортними засобами, керування станціями передачі вантажів, зарядними станціями та зв'язок із центральним комп'ютером. У децентралізовано керованих системах підпорядкований рівень складається з декількох окремих підстанцій – так званих пунктів керування установками, розташованих уздовж курсу пересування, кожна з яких контролює певну ділянку. Їх завданням є напрямок транспортного засобу до мети або сусідньої ділянки, контроль за рухом і надання права переважного проїзду, зв'язок із транспортним засобом, із центральним комп'ютером та іншими підстанціями. Зазвичай комплексні системи з великою кількістю транспортних засобів керуються децентралізовано, а більше прості системи, з малою кількістю транспортних засобів, – централізовано.

Передача даних. Розрізняють дані та маршрутні вказівки, передані вручну або автоматично. *Ручна* передача даних означає, що маршрутні вказівки задаються безпосередньо обслуговуючим персоналом через власний клавішний пульт (клавішні пульти) транспортного засобу, розташований уздовж курсу пересування. *Автоматична* передача даних передбачає, що маршрутні вказівки задаються центральним контролером (диспетчером) або що транспортні засоби пересуваються за принципом таксі й викликаються за потреби. Функції диспетчера може виконувати людина або комп'ютер. Передача даних здійснюється, як правило, по петлях зв'язку, прокладених у певних місцях або паралельно напрямному кабелю в підлозі. Однак дедалі частіше застосовується передача даних за допомогою інфрачервоного спектра та радіозв'язку.

Комунікація. Виділяють два види комунікації: на певних пунктах і в будь-якому місці в будь-який час. У першому випадку транспортні засоби можуть одержувати інформацію лише на певних *пунктах передачі даних*,

наприклад, через убудовані в підлогу пристрої. У другому випадку транспортні засоби доступні постійно через напрямний кабель, інфрачервоний спектр або радіо. Тут розрізняють стохастичну комунікацію за потреби й циклічну комунікацію, при якій по черзі постійно відправляються запити на кожний транспортний засіб.

Безпека. Оскільки автоматичні підлогові транспортні засоби використовують ті самі маршрути, що й інші підйомно-транспортні засоби та персонал, для них існують особливі інструкції з техніки безпеки. Розрізняють компоненти безпеки щодо транспортного засобу й щодо установки. Найважливішим *компонентом з боку транспортного засобу* є встановлений попереду й позаду захист від наїзду. Він зазвичай реалізований у вигляді важеля аварійної зупинки із тросовим приводом і механічним вимикачем, або сьогодні дедалі частіше – у вигляді контактного валика з пінопласту (бампера), у деяких варіантах – також у вигляді світловоду з пінопластовими амортизаторами. Всі вони сконструйовані так, що транспортний засіб зупиняється в межах зони деформації. Як альтернатива пропонуються поворотні важелі зі світловими затворами, ультразвуком і системою розпізнавання зображень. У зв'язку з тим, що директива не є недавно випущеною, і з новизною останніх альтернатив, їхнє схвалення з боку органів влади, що дають згоду, у цей час доволі обмежено.

Штабелеукладачі або візки з вилючним захоплювачем, як правило, мають важіль аварійної зупинки тільки з боку, протилежної вантажу, у той час як з боку вилки є лише контактна пластина з невеликою зоною деформації, тому швидкість руху в напрямку прийняття вантажу повинна бути сильно знижена. Це спричиняє збільшення часу захоплення вантажу аж до однієї хвилини.

Для руху по кривій або бічних рухів транспортні засоби повинні бути оснащені бічними контактними валиками. Для можливості робити операції у вузьких робочих проїздах вони істотно вужчі, ніж бампери попереду й позаду. Тому рух по кривій і в сторони також сильно знижує швидкість. Наступні компоненти, що ставляться до транспортного засобу – це кнопки аварійної зупинки, повідомлення про готовність до руху й повідомлення про напрямок руху.

Найважливішими компонентами безпеки з боку установки є бічні вільні простори по 100 мм в автоматичних системах без присутності людини або 500 мм з одного боку для систем з одночасним переміщенням персоналу, а також маркування маршрутів і світлофори. Також компоненти безпеки включені й у керування установками, наприклад, керування за принципом блок-дільниць або регулювання переважного виїзду на перехрестя.

Ступінь інтеграції. Залежно від ступеня впровадження в загальне керування матеріальними потоками виробництва розрізняють *автономні* автоматичні підлогові транспортні засоби, що не мають інформаційно-технічного зв'язку з іншими засобами матеріального потоку або із власним виробничим комп'ютером, та *інтегровані* автоматичні підлогові транспортні засоби, що мають інформаційний зв'язок і являють собою лише один з інструментів матеріального потоку в цілісній системі.

3.3.4.2. Стійкові підйомно-транспортні засоби періодичної дії. Ліфти (підйомники). Ліфти – це стаціонарні, механізовані або автоматичні піднімальні пристрої для вертикального або похилого транспортування людей і вантажів. На відміну від кранів, вантаж постійно перебуває на одній платформі або в одній ємності, постійно пов'язаний з несучим засобом і завжди рухається по заданому шляху. При транспортуванні вантажів поряд із канатними підйомниками залежно від застосування є різні конструкції, наприклад, спеціальні підйомники для будівельної індустрії, ланцюгові підйомники й дедалі частіше застосовувані гідравлічні підйомники. Класифікують ліфти, наприклад, за видом вантажу, що транспортується, або за обслуговуючим персоналом. Відповідно виділяють вантажні ліфти, в які можна входити для завантаження й розвантаження, і які у виняткових випадках дозволяють спільне переміщення обслуговуючого персоналу, та спрощені вантажні ліфти, в які заходити заборонено.

Підйомники повинні бути оснащені множинними пристроями безпеки і регулюються багатьма приписами.

Канатний підйомник [6]. Як правило, над закритою шахтою підйомника, в якій установлені рейкові провідники, перебуває привід із багатоканатним ведучим шківом (див. табл. 3.21). Він приймає кілька канатів, на обох вільних кінцях яких закріплена кабіна ліфта й противага. Як несучий засіб застосовується канат.

На випадок неприпустимого збільшення швидкості кабіни через вихід з ладу гальм, неполадки механізму, зісковзування троса зі шківа або перевантаження передбачено ловильні пристосування. Вони можуть бути виконані у вигляді негайно діючих стопорних пристроїв або ковзних уловлювачів, що діють на більш довгому відрізку. Обмежувачі швидкості викликають спрацювання ловильних пристосувань. Вони виробляються у вигляді обмежувачів амплітуди хитання й відцентрових обмежувачів. Шлях переміщення кабіни й противаги повинен бути обмежений амортизаторами. До того ж має бути передбачений аварійний кінцевий вимикач, що спрацьовує відразу після проїзду кінцевого контактного пункту.

Область застосування: у приміщеннях між різними поверхами або розташованими один над одним шляхами транспортування; на гірничопро-

мислових підприємствах для пересування по рудниках і в спеціальних ємностях для транспортування сипучих вантажів.

Гідравлічний підйомник [8]. Гідравлічні підйомники застосовуються винятково для вертикального напрямку транспортування (див. табл. 3.21). Замість використання каната зверху, підйом і опускання відбувається знизу гідравлічно – за допомогою телескопічного циліндра з мотором і насосом. Платформа або кабіна пересувається, противага не потрібна. Перевагою гідравлічних підйомників є їх регульованість, що забезпечує особливо м'який розгін і мале створення шуму. Шахта може бути легкої конструкції, оскільки не повинна приймати вертикальну опорну силу.

Область застосування: вантажні ліфти з високою вантажопідйомністю на невеликі висоти до 12 м. Дедалі частіше вони використовуються як ліфти для людей, переважно для будівель із плоским дахом, оскільки немає необхідності в машинному відділенні над шахтою. Підходять для вбудовування в готові будівлі, які не призначені для навантажень канатного підйомника.

Ланцюговий підйомник. Замість троса ланцюгові підйомники мають як тяговий засіб сталеві шарнірні ланцюги, які проходять від вантажо-захоплювального пристрою через приводні колеса до противаги (див. табл. 3.21).

Похилий підйомник. Похилі підйомники – це вертикальні підйомно-транспортні засоби, чиї вантажозахоплювальні пристрої пересуваються по похилій площині (див. табл. 3.21). Як засіб тяги використовуються троси або ланцюги. Якщо піднімальний пристрій має відхилення від вертикалі більше 30 %, він не підходить під дію припису про підйомники.

Область застосування: винятково транспортування вантажів, насамперед поза приміщеннями, наприклад на будівельних ділянках для похилого транспортування будівельних матеріалів на дах або верхні поверхи.

Шатлові транспортні засоби. До сімейства шатлів належать каналні транспортні засоби й автоматичні розподільні транспортні засоби.

Канальні транспортні засоби й автоматичні розподільні транспортні засоби пересуваються за допомогою електрики по горизонтальних рейках. Вони ставляться на рейки за допомогою третинного транспортного засобу, так званого носія, і можуть пересуватися лише по прямій. Зміни курсу виконуються за допомогою стрілкових поворотів і перестановки на паралельні шляхи за допомогою пересувних візків. Різниця висот покривається підйомниками. Якщо один на одного накладається безліч горизонтальних і вертикальних процесів перевалки, наприклад, у каналних або тунельних складах, то як транспортні засоби-носії часто застосовуються пристрої для обслуговування стелажів. Альтернативно застосовуються й підйомники з

одним або декількома пересувними візками на складський проїзд. Шатли з електричним приводом зазвичай з'єднані з носієм за допомогою волоочильного кабелю з метою енергозабезпечення й передачі даних. Тільки в новітніх розробках проектується автономні шатли, що передбачають нові, розширені сфери застосування.

Область застосування: обслуговування складів, а для автономних шатлів – обслуговування підготовчої зони складу з можливістю виїзду на виробництво для підвезення й утилізації матеріалу.

У цей час в індустрії шатли, як правило, реалізуються з волоочильними кабелями. З погляду гнучкості й можливості пересування на складі й виробництві в майбутньому будуть дедалі частіше застосовувати автономні шатли.

Канальні транспортні засоби. Канальні транспортні засоби мають дуже плоску конструкцію. Вони складаються з несучої рами, пристрою керування та приводу і вантажозахоплювального пристрою, що зазвичай складається з однієї або декількох піднімальних платформ (див. табл. 3.25). Загалом кажучи, вони можуть пересуватися по рейках на будь-якій висоті над підлогою й мають вісім або більше коліс, з яких, як правило, мінімум чотири привідні. У такий спосіб вони можуть переборювати зазор безпеки між носієм і стелажем при переїзді з носія в складський канал. Для захоплення вантажу вони під'їжджають під транспортний вантаж, що перебуває на їхніх рейках, і піднімають його, причому в незавантаженому стані вони можуть проїжджати під іншими вантажними одиницями, не зачіпаючи їх. У підготовчій зоні складу їх транспортують за допомогою пристроїв для обслуговування стелажів, підйомників або пересувних візків, а на виробництві – на підйомниках, пересувних візках і за допомогою стрілкових поворотів.

Область застосування: тунельні або блокові склади з високими стелажми, а також підготовча зона складу й виробництво.

Розподільні транспортні засоби. Розподільні транспортні засоби, аналогічно канальним транспортним засобам, мають плоску конструкцію та складаються з несучої рами, блока керування та приводу, і вантажозахоплювального пристрою, виконаного у формі телескопічних вилок, висувних у сторони (див. табл. 3.21). Вони можуть переміщатися в проїздах складів зі стелажми для піддонів або складів з високими стелажми, а також із пересувними стелажми, якщо звернені до проїзду поперек вантажних одиниць, мають вигляд рейок. Розподільні транспортні засоби, на відміну від канальних, пересуваються поруч зі складованими в стелажх вантажними одиницями. Для захоплення й віддачі вантажу вони під'їжджають по проїзду до вантажу та захоплюють його або передають за допомогою бічних телескопічних вилок. Транспортують їх також, як і канальні транспортні засоби.

Область застосування: склади з високими й висувними стелажми, а також підготовча зона складу й виробництво.

3.3.4.3. Підвісні підйомно-транспортні засоби періодичної дії. Тролейні й трубчасті транспортери. Під стелею встановлюється мережа з паралельних один одному та з'єднаних відгалуженнями напрямних елементів, у випадку тролейного транспортера – кутового або двотаврового профілю, у випадку трубчастого транспортера – круглого профілю. Підвішені вантажі транспортуються по цих напрямних елементах без використання приводу. Підвіски можуть бути оснащені роликами (тролейні й трубчасті транспортери) або ковзними елементами (трубчасті транспортери). Траси що йдуть паралельно для нагромадження зазвичай оздоблюються похилими спусками для використання сили ваги, у той час як більшість відгалужень і сполучних трас, установлених перпендикулярно до них, проходять горизонтально. Підвішені вантажі транспортуються, як правило, вручну (див. табл. 3.21).

Обидва транспортери можна частково автоматизувати за допомогою штовхачів, скребково-штангового транспортера або кругового транспортера із приймачами.

Область застосування: сполучення систем складування і транспортування для підвісних вантажів; тролейні транспортери, наприклад, у швейній промисловості, трубчасті транспортери в холодильних установках для туш.

Крани [10, 12, 13]. Крани – це піднімальні засоби для вертикального й горизонтального транспортування штучних і сипучих вантажів. Найважливішими варіантами конструкції є мостові, підвісні, консольні, поворотні й козлові крани, штабелери. Вони застосовуються, як правило, у монтажних, виробничих і складських приміщеннях, а також у ливарних цехах, крім того, для завантаження та розвантаження залізничних вагонів і вантажних автомобілів. Новітні розробки спрямовані на автоматизацію кранів, що одержують дуже схожі з порталними роботами характеристики. Для автоматичних кранів розробляється спеціальне керування (компенсація маятниковоподібного руху), що компенсує коливання підвішеного на тросі вантажозахоплювального пристрою за допомогою керування швидкістю кранового візка й мосту та уможливорює точне позиціонування за короткий час. Козлові крани автоматизують і без компенсаційних пристосувань.

Мостові крани. Мостові крани складаються загалом із мостової конструкції, піднімального пристрою, приводів і електричних пристосувань. Мостові балки з обох кінців обпираються на напрямні елементи, установлені стаціонарно на стінах або на опорах, через букси, в яких перебувають робочі колеса й приводні механізми ходової частини крана (див. табл. 3.21). Мостові балки перебувають над напрямними елементами й простираються від одного напрямного елемента до іншого через все виробниче приміщення. На них перебуває крановий візок, що поєднує піднімальний пристрій і привід для свого пересування.

Загалом кажучи, робоча ділянка крана обмежується по всіх трьох вимірах пусковим моментом. Це обмеження проявляється в конструктивних параметрах кранового візка, мосту, ходового механізму й напрямних елементів. При піднятті воно обумовлено висотою конструкції крана і канатного приводу, а також висотою гака.

Мостові крани не можуть переміщати вантажі між різними зонами цеху, оскільки кранові візки не можуть переміщатися на крани в сусідніх відділах виробництва. Тому для передачі вантажної одиниці від одного крана іншому необхідне застосування додаткових підйомно-транспортних засобів у вигляді підлогових підйомно-транспортних засобів циклічної дії або кранових візків з поворотними стрілами. Третім варіантом є з'єднання паралельних приміщень за допомогою поперечних нефів, коли на розміщеному вище рівні встановлюється додатковий кран перпендикулярно напрямку руху основних кранів.

Виділяють однобалкові мостові крани з катаним профілем або коробчастим профілем для невеликих транспортуваних вантажів (до 10 т) і відстаней між опорами (до 20 м) та двобалкові мостові крани, що мають конструкцію у вигляді фасонних, ґратчастих і коробчастих балок для більших транспортуваних вантажів і відстаней між опорами. Коробчасті балки особливо підходять для великих навантажень, оскільки їхня закрита форма забезпечує високу жорсткість при крученні. Кінцеві балки зазвичай виконуються у вигляді листових конструкцій. Головні й кінцеві балки з'єднуються між собою за допомогою високоміцних болтів. Торцеві сторони кінцевих балок оснащені гумовими амортизаторами.

Розрізняють одно- та двоколіїні кранові візки, з кабіною машиніста, з поворотною стрілою і з канатною тягою. *Одно- і двоколіїні кранові візки* використовуються відповідно з одно- і двобалковими мостовими кранами. Кранові візки, як правило, складаються з електричної ходової частини з електротельферами. Електротельфери – це стандартизовані, поміщені в закриту обшивку, піднімальні пристосування, що складаються з барабана, пересувного мотора з конусним гальмом і трансмісією. Для особливих випадків використання великих вантажів застосовують піднімальні механізми, в яких окремі конструктивні частини не укладені в одну закриту обшивку. Вони конструюються окремо для різних вантажів і швидкостей, спеціально для конкретного випадку застосування.

Крановий візок може бути безпосередньо з'єднаний з *кабіною машиніста* й пересуватися разом із нею. *Поворотні кранові візки* оснащені поворотним краном для розширення робочої зони, поворотна ділянка якого розташована під мостовою балкою. Для кранових візків з канатною тягою піднімальна й ходова частини просторово відділені від візка, тому їх називають далекопривідними. Як рейки для кранових візків використовуються напрямні з листової сталі, наварені на мостову балку.

Як грейферний лебідковий механізм застосовуються одно – або двомоторні грейферні лебідки зі сполучною муфтою й без. Для одномоторних грейферних лебідок піднімальний і підтримуючий барабани мають єдиний привід. Піднімальний барабан постійно пов'язаний з мотором. Замикаючий барабан підключається під час кожного зачерпувального руху. Двомоторні грейферні лебідки мають два привідних двигуни, окремо для піднімального й замикаючого барабанів. Вони підходять для більшої продуктивності та мають більшу безпеку експлуатації. Для електроприводів широко застосовуються такі лебідки. Для них установлюється два окремих, ідентичних за конструкцією піднімальних механізмів з канатними барабанами на рамі кранового візка.

Мостова балка стоїть щонайменше на чотирьох колесах (два на кожну кінцеву балку) на напрямних. У кранах для великих вантажів на кожну буксу встановлюється по два колеса, так що кран пересувається на вісьмох колесах. На кінцях напрямних установлюються запобіжні стопори, які вимикають привід крана ще до зупинки на упорі, щоб знизити силу зіткнення об кінцеві упори.

Область застосування. Мостові крани мають тривимірний робочий простір і застосовуються для різних транспортних і робіт з постійно змінними місцями навантаження та розвантаження, вантажопідйомністю до 400 т і більше у виробничих приміщеннях. Вони обслуговують переважно приміщення, в яких перебувають і відправна, і кінцева точки транспортування, тому не потрібно додаткових операцій з перевалки. Мостові крани використовують для обслуговування складів і для навантажень та розвантажень машин і пристроїв на виробництві.

Підвісний кран. Підвісні крани (див. табл. 3.21) – це мостові крани з одно- і двобалковими конструкціями, чиї напрямні (наприклад, двотаврові або листові із двома кутовими профілями) закріплені не на стіні, а за допомогою стяжних болтів на стелі або даху приміщення. Вони працюють лише в поздовжньому напрямку й можуть робити човникові рухи в поперечному напрямку. Мостовий кран встановлюється не зверху, а знизу напрямних і несе також рухомий крановий візок.

Підвісні крани транспортують вантажі в сусідні відділи виробництва або на паралельні напрямні, оскільки кранові візки можуть переміщатися з несучої частини одного крана на інший. Зміна відбувається безпосередньо, коли обидва крани пересуваються в одній зоні виробництва, опосередковано – через стаціонарно змонтовані на висоті несучої частини ділянки рейок. Ці крани перебувають в різних, розділених стовпами або стінами, зонах виробництва. Кранові візки підвісних кранів можуть переміщатися по рейках електричних підвісних транспортерів і в такий спосіб використовувати всі елементи шляху підвісного транспортера. Це приводить до вигідного використання площі й простору. Підвісні крани не підходять для непрямокутних і круглих приміщень.

Незалежна підвіска напрямних на конструкції стелі дає можливість регулювати висоту на різьбовій ділянці підвіски. Це дає особливу перевагу при

різних усадочних процесах приміщення, оскільки можна безпроблемно здійснити підлаштування. Змінюване розташування напрямних уможливорює навіть пересування по кривій усього підвісного крана, якщо тягові двигуни крана можна перемикаєти на різні швидкості залежно від радіуса кривизни рейок.

Мостові балки підвісних кранів конструюються зазвичай у вигляді листових і коробчастих балок монорейковим або двоколіїним типом конструкції. По них рухається крановий візок по напрямних, приварених знизу балки. Їхній привід здійснюється альтернативно від електричного ходового механізму або фрикційного приводу, причому в останньому двигун трансмісійного гальма надає рух фрикційний диску покритому гумою або пластиком.

Перевагою порівняно з мостовими кранами є невелика власна маса й висота спорудження крана. Внаслідок можливості бічних коливальних рухів підкранових колій вони мають також кращу придатність до керування без додаткових конструктивних витрат. Крім того, через відсутність важких кранових опор, конструкція приміщення легшає й дешевшає, незважаючи на більше навантаження на стелю. Перевагою також є високий ступінь стандартизації підвісних кранів. Ходові механізми для кранових візків і кранів часто складаються з ідентичних елементів, а всі ходові колеса мають однаковий діаметр. Недоліком є обмежена вантажопідйомність і швидкість, а також більша зношуваність підвісних кранів. Для піднімального механізму часто застосовують електротельфери.

Область застосування: в цехах, на складах, у монтажних і авіаційних цехах для невеликих і середніх вантажів (1–2 т). Вони не підходять для інтенсивних вантажно-розвантажувальних робіт.

Стапельний кран (кран-штабелер). Стапельні крани – це комбінація мостового крана із уже знайомим за виловними штабелеукладачами штабелювальним пристосуванням. Вони виконуються у вигляді мостових і підвісних кранів, як правило, у двобалковій конструкції. На крановому візку (часто пересувається по нижньому поясу, коли конструкційні деталі перебувають між двома мостовими балками) закріплена поворотно жорстка телескопічна колона штабелера, по якій вертикально рухається вантажозахоплювальний пристрій за допомогою тросів, ланцюгів або гідравлічних циліндрів. Жорстка колона перешкоджає одночасному проїзду по робочому приміщенню через інші робочі засоби, наприклад підлогові підйомно-транспортні засоби, й обмежує рухливість певними шляхами пересування. Телескопічна колона дозволяє уникнути таких проблем і полегшує в такий спосіб завантаження транспортних засобів. Стапельні крани добре піддаються автоматизації, оскільки їхній вантажозахоплювальний пристрій не робить коливальних рухів.

Область застосування: обслуговування підлогових складів, палетних і складів з високими стелажми, каналних і набивних стелажних складів та складів з пересувними стелажми.

Консольний кран. Консольні крани або настінні пересувні крани пересуваються уздовж однієї стіни і мають напрямні, розташовані на цій стіні одна над одною (див. табл. 3.22). Їхні мости встановлюються відповідно вертикально. Ходові колеса нижніх букс приймають вертикальне й горизонтальне зусилля, а верхніх – тільки горизонтальні. Консольні крани конструюються із крановим візком на стрілі або з поворотною стрілою.

Область застосування: під мостовими кранами для розвантаження й обслуговування спеціальних робочих місць у цехах.

Поворотний кран. Поворотні крани (стрілові крани), як правило, стаціонарні, але можуть бути переобладнані й у мобільні шляхом їх установки на ходовий механізм (рейковий або безрейковий) або комбінації з портальним краном. Хоча вони зазвичай встановлюються на підлозі або рухаються по підлозі, їх позначають як підвісні засоби, оскільки пересування кранового візка, поворот стріли й, таким чином, транспортування вантажів, виконується підвісним засобом над робочим простором.

Поворотні крани постійно захоплюють вантаж поза своєю опорною площею (див. табл. 3.23). Їхнім відмітним елементом є консольна стріла, їх робочий простір має циліндричну форму. Рух стріли відбувається у вигляді повороту й коливання стріли в площині обертання навколо вертикальної осі. Поворотні крани захоплюють вантаж з великого або малого радіуса. У жорстких стріл радіус є константою. Захоплення відповідно можливо тільки на вузькій смужі кола, тому жорсткі стріли застосовуються рідко. *Шарнірно зчленована стріла*, що хоч і має постійну довжину, дозволяє шляхом зміни нахилу конструкції варіювати відстань між крановою віссю та канатною віссю й забезпечує можливість захоплення на набагато більш широкому просторі, аж до кранової осі. Те саме стосується й кранів з візком на стрілі, у яких довжина стріли не міняється, а відстань між крановою й канатною віссю регулюється за допомогою пересувного візка. Поворотні крани можуть бути вільностоячими й покривати 360° простору або змонтованими на стіні цеху й відповідно мати менший кут робочого сектора. В останньому випадку їх називають *неповноповоротними* кранами.

До найважливіших конструктивних елементів поворотного крана належить їхня основа: зазвичай рейкова, іноді також безрейкова плат-форма зі звареної конструкції у вигляді коробки коробчастої конструкції. Наступними важливими блоками є поворотне з'єднання, яке через систему опорно-поворотних підшипників встановлюється на основі. На верхню частину опорно-поворотного з'єднання встановлюється башта. Стріла жорстка, шарнірно з'єднана з баштою. Стійкість поворотного баштового крана забезпечується противагами, причому завдяки відповідній конструкції використовується власна вага привідних механізмів. Запобігання від перевантаження

занадто великими перевантажувальними моментами забезпечується автоматичним відключенням відповідних двигунів.

Поворотні крани можуть мати різноманітні конструкції і являють собою групу найбільш часто використовуваних і поширених кранів. Найважливішими конструктивними різновидами є поворотні крани на колоні, пристінкові поворотні крани й порталні поворотні крани.

Поворотні крани на колоні складаються із колони, що міцно закріплена в бетонному фундаменті. Горизонтальна поворотна стріла з візком установлюється на верхньому кінці колони через підшипник кочення, роликовий підшипник або поворотний вінець. Поворот здійснюється при малих вантажах підтягуванням вантажу, але може відбуватися і за допомогою електромотора.

Пристінкові поворотні крани – це поворотні крани на колоні, обидва кінці якої закріплені на одній стіні.

Консольні поворотні крани – це пристінкові поворотні крани, вбудовані в ходову частину консольних кранів.

Баштово-поворотні крани обладнані рейковим ходовим візком, на якому розташована висока башта зі стрілою, що має каркасну конструкцію (див. табл. 3.23). Напрямні повинні бути чітко горизонтальними й непохитними. Розрізняють баштово-поворотні крани із *суцільно нерухомою баштою*, на якій встановлена поворотна стріла із крановим візком, і баштово-поворотні крани з *поворотною баштою*, що мають шарнірно-зчленовану стрілу.

Дерик-крани мають вертикальну, поворотну щоглу, на якій встановлена поворотна шарнірно-зчленована стріла (див. табл. 3.23). Щогла може бути суцільною (для малих вантажів) або каркасною. Розрізняють козлові дерик-крани, коли щогла втримується у вертикальному положенні бічними похилими підпірками, й вантові дерик-крани, коли функцію підпірок виконує безліч тросових відтяжок.

Портальні поворотні крани – це дерик-крани із власним порталом, що пересуваються по верхньому поясу portalу (порівн. мостовий перевантажувач). У поворотних кранів із *власним порталом* ходовий візок замінюється рейковим порталом, що перекриває багато рейкових шляхів.

Установка поворотної верхньої частини відбувається за допомогою поворотного вінця. Стріла зазвичай є шарнірно-зчленованою. Портальні поворотні крани для мостових перевантажувачів мають плоский ходовий візок, що пересувається по остову перевантажувача, оснащені суцільною стрілою. Поворотна верхня частина також установлюється за допомогою поворотного вінця на ходовий візок.

У деяких випадках порталні поворотні крани виготовляють як плавкрани, тоді замість ходового візка використовують плавучі понтони.

Область застосування. Поворотні крани на колоні, пристінкові поворотні крани й консольні поворотні крани особливо цінуються як стандартні крани та, як правило, застосовуються для обслуговування окремих робочих

площадок у цехових приміщеннях. При цьому вони розташовуються під мостовими кранами.

Баштово-поворотні крани застосовуються, насамперед, на будівельних і складських підприємствах, дерик-крани використовують переважно в портах або на кораблях для перевантажування штучних вантажів. Те саме справедливо і для порталних кранів, які застосовують для перевантажування штучних і сипучих вантажів у великих складах і в портах. Плавкрани застосовують для перевантажування важких вантажів у портах і на верфях, а також як рятувальні крани.

Портальні крани (козлові крани). Портальні крани зазвичай працюють під відкритим небом. Вони відзначаються мостом, який стоїть на опорах на напрямних на рівні землі. Міст і опори утворюють портал (див. рис. 3.36). Вони, як правило, рейкові та можуть пересуватися на довгій відстані, хоча й з відносно невеликою швидкістю. Портальні крани можуть мати вигляд напівпортальних кранів – сполучення мостового й порталного кранів, коли одна сторона крана обпирається на стіну приміщення. Ці крани класифікують як напівкозлові.

Хоча вони й пересуваються на рівні підлоги, їх називають підвісними, оскільки їхній рівень транспортування вантажу є підвісним і перебуває над робочою поверхнею.

Важливими типами конструкції порталних кранів є козлові крани й мостові перевантажувачі. Козлові крани – це, насамперед, піднімальні механізми, що переміщують великі вантажі (до 400 т) на більшу висоту (до 50 м). Мостові перевантажувачі характеризуються, насамперед, великою відстанню між опорами.

На мостових перевантажувачах крановий візок пересувається над мостом або всередині нього (конструкції мостової балки схожі для мостових кранів) перпендикулярно основному напрямку руху порталу. Вони часто можуть захоплювати вантаж не тільки між опорами, але й поза ними, оскільки візок може виїжджати за межі опори. Часто на крановий візок установлюються поворотні крани із шарнірно-зчленованою стрілою, які мають можливість доступу поза опорною площиною.

Підведення електроенергії до порталного крана відбувається за допомогою кабельної катушки або тролей, установлених із боків уздовж рейок.

Область застосування. Двома найважливішими застосування для козових кранів є порти або внутрішньозаводські шляхи. Також їх використовують при транспортуванні металобрухту або контейнерів. Портальні крани застосовуються для численних процесів транспортування й перевалки. Мостові крани перебувають над ними при довгих шляхах переміщення кранів, оскільки важливо мати велику швидкість для пересування крана. Вигідно застосовувати

портальні крани при дуже довгих маршрутах, оскільки підлогові рейки дешевші, за напрямні, вбудовані в конструкцію стіни або розміщені на опорах.

Керування кранами [5]. Керування кранами можна поділити на ручне й автоматичне. Ручне керування поділяється на керування з підлоги та керування з кабіни оператора.

Керуванню з підлоги віддається перевага при нерегулярно використовуваних кранах, де постійна присутність оператора була б економічно не виправдана. Застосовується напіваавтоматичне керування із кнопковими станціями, причому кількість ступенів перемикання обмежується лише як виняток одним на кожний привід і напрямок руху. Як правило, є два ступені перемикання та двоступеневі перемикачі. У нових розробках кранова металева конструкція при приведенні в дію перемикача не навантажується з максимальним прискоренням, а керується ступеневою пилкоподібною функцією.

Пункт керування краном може перебувати на крановому мосту або на крановому візку, або може бути рухливим по крановому мосту з кабелем. Оператор може керувати пультом однією рукою, а вантажем – іншою. Поряд із кнопковим керуванням можливе керування за допомогою ультразвуку, інфрачервоного спектра й радіозв'язку.

Для керування з кабіни оператора краном керують з поста керування. Також є напіваавтоматичне керування. Часто керування двох пристроїв керування поєднується одним важелем універсального керування. У такий спосіб оператор може керувати чотирма моторами, так що режим роботи крана може бути особливо плавним.

Автоматичний кран [5]. Автоматичні крани – це крани, що керуються, розміщаються й регулюються без обслуговуючого персоналу за допомогою головного комп'ютера. Вони оперують, на відміну від кранів, що обслуговуються вручну, чітко певними вантажними одиницями, потребують відповідного простору для пересування, що резервується для них, щоб уникнути зіткнень. З поміж згаданих вище кранів до сьогодення дня автоматизовано стапельні й мостові крани (з компенсацією коливань) для перших застосувань.

Електричні підвісні конвеєри, монорейкові підвісні конвеєри. Електричні підвісні конвеєрні системи служать для підвісного горизонтального переміщення вантажів. Вони складаються з підвішеної до стелі або закріпленої на опорах мережі рейок із прямими, кривими, розвилками, перехрестями, поворотними колами, піднімальними та опускаючими станціями, з безлічі окремих ходових механізмів і системи керування. Рейки, як правило, мають спеціальний профіль.

Розрізняють профілі із внутрішнім та зовнішнім пробігом, із простою або профільною ходовою поверхнею. Профілі з внутрішнім пробігом характеризуються замкнутим поперечним перерізом, відкритим знизу. Ходові

механізми частково або повністю охоплюються профілями. Відповідно ходові колеса або ведучі ролики знаходяться всередині профілю.

У профілях із зовнішнім пробігом ходові механізми обхоплюють рейки. Вони поділяються на верхні й нижні бігуни, що відповідно їздять по верхній або нижній полиці. На плоских поверхнях профілів застосовуються циліндричні ролики в напрямних, на профільованих поверхнях використовують комбінацію ходове колесо-рейка.

Рейки застосовують зі сталі холодного загартування або пресованого алюмінію. Сталеві рейки можуть витримувати великі навантаження, відповідно можуть мати великі відрізки без проміжних опор і тому потребують меншої кількості підвісних споруд на стелі приміщення. Їх велика маса, однак, потребує більше витрат на несучі конструкції. Алюмінієві рейки виробляються з будь-якою формою поперечного перерізу з високою точністю. Подача електроенергії відбувається за допомогою контактних проводів, розташованих при внутрішньому пробігу усередині, а при зовнішньому – зовні ходових рейок.

Окремі ходові механізми складаються з ходового візка з ходовими колесами й напрямними роликами та блока керування. У стандартній версії транспортний засіб підвісного конвеєра складається з ходового механізму із приводом і причепа без приводу, з'єднаних за допомогою поворотної траверси. Безпосередньо під траверсою підвішуються різноманітні вантажозахоплювальні пристрої.

Для особливо важких або довгих вантажів кілька ходових механізмів з'єднуються траверсами. Ходові механізми при відповідній конструкції кранової мостової балки можуть їздити по нижньому поясу мосту підвісних кранів. Як вантажозахоплювальні засоби застосовуються гаки, грейфери, колиски, платформи й гондоли. До того ж набувають застосування безліч особливих конструкцій, наприклад, електричні підйомники для монтажу. У майбутньому будуть частіше застосовуватись роботи з електричними підвісними конвеєрами.

Керування електричним підвісним конвеєром. Для роботи на електричному підвісному конвеєрі застосовуються, аналогічно автоматичним підлоговим транспортним засобам, централізовані й децентралізовані концепції. При цьому розрізняють цільове керування, керування транспортною засобу й керування для уникнення зіткнень. *Цільове керування* направляє транспортний засіб відповідно потребам виробничого або складального процесу за будь-яким маршрутом. При *централізованому* цільовому керуванні головний комп'ютер отримує завдання всього регулювання, диспозиції й керування транспортним засобом. При *децентралізованих* концепціях керування другорядними функціями виконують самі транспортні засоби або елементи рейкової мережі (розвилки, піднімальні станції та ін.), у той час як головний комп'ютер керує тільки адміністративними завданнями.

Керування транспортного засобу перетворює вхідні сигнали від системного керування на форму команд типу «пуск, тримати швидкість, зупинка або позиціонування». Як керування для уникнення зіткнень, так і керування безоператорними транспортними системами застосовується принцип блокування: механічне, індуктивне або оптичне керування.

Системи електричних підвісних конвеєрів можуть мати різний ступінь автоматизації від ручного приводу з наявним позначенням цілі до центрального керування й пересуваються при транспортуванні за викликом автоматично в напрямку до цілі.

Область застосування. Електричні підвісні конвеєри – це універсальні підйомно-транспортні засоби, що застосовуються у всіх зонах підприємства від надходження товару, складів, зони комісіювання до відправлення, де не потрібна обробка небезпечних (вибухонебезпечні або агресивні речовини) вантажів. Вони служать для поставки й розвантаження заводів і родовищ, для з'єднання відділів виробництва й сполучення декількох незалежних транспортних циклів.

Основною областю застосування є транспортні шляхи з невеликими й середніми показниками обороту, які необхідно швидко обробити. Електричні підвісні конвеєри застосовуються в електричній, текстильній, харчовій індустрії, а також у лікарнях (контейнери) і, насамперед, автомобілебудуванні (складання кузовів).

Системи транспортування малих контейнерів. Системи транспортування малих контейнерів складаються з доволі розгалуженої, частково стійкової або закріпленої на стіні, але, як правило, підвісної рейкової мережі з прямими, кривими, крученими відрізками шляху, петель і шлюзових станцій, а також безлічі ходових механізмів з окремим приводом, що оснащуються електроенергією по контактних рейках (див. табл. 3.27). Ходові механізми з'єднані з рейками шляхом кінематичного замикання. У такий спосіб вони не можуть бути зняті на маршруті. На горизонтальних відрізках приводом служать фрикційні диски.

На вертикальних відрізках шляху фрикційний привід автоматично замінюється зубчастим приводом, причому передаточне відношення трохи підвищується й швидкість відповідно спадає, щоб давати в підсумку необхідну потужність приводу. Система забезпечує й безперебійне підвісне транспортування. Транспортуються, як правило, контейнери вагою до 10 кг, при горизонтальному транспортуванні також до 20 кг і часто мають формат папок А4. Також застосовуються й багато інших вантажозахоплювальних пристроїв, насамперед такі, що втримують вантаж постійно в горизонтальному положенні.

Область застосування: транспортування легких вантажів по рейкових мережах з довільними маршрутами, насамперед, усередині будинків. Спочатку ці системи були розроблені для транспортування документів, сьогодні

вони застосовуються для безлічі транспортних завдань у ваговій категорії до 20 кг, причому переваги найбільше виявляються в різноманітних мережних завданнях транспортування й обмеженому надходженні вантажів.

3.3.5. Критерії вибору й системний аналіз

Кількість вихідних величин для вибору підйомно-транспортного засобу в різних системах дуже велика. Передумовою для вибору є деталізована матриця частоти транспортування з поданням усіх зупинних пунктів, опису перехідних пристроїв і топології, а також перерахування обмежень приміщення (наприклад, припустиме навантаження стелі).

До того ж потрібна безліч інших показників, наприклад, вага й габарити вантажних одиниць, необхідний оборот і не на останньому місці установка, наскільки точно має відбуватися транспортування окремих одиниць штучних вантажів.

Проте є можливість порівняно зіставити переваги й недоліки окремих вантажів транспортної техніки. Для цього у табл. 3.24 і 3.25 як приклад, перераховані важливі визначальні критерії та суб'єктивна оцінка часто застосовуваних підйомно-транспортних засобів.

Метод відповідає принципу аналізу практичної цінності. Судження відповідно до наведених визначальних критеріїв не є вірними у всіх випадках, а служать зразком. Вони повинні бути переглянуті в кожному конкретному випадку застосування, щоб можна було врахувати різні оцінки в різних умовах.

При цьому рекомендується також зважувати визначальні критерії, щоб взяти до уваги їхню різну значущість.

Далі наведено короткий змістовний опис визначальних критеріїв.

Ступінь автоматизації дозволяє судити про необхідний обсяг ручних втручань і пов'язане з ним використання робочого персоналу. Також можна судити про можливість контролю окремих штучних вантажів у матеріальному потоці.

Можливість інтеграції в автоматичні системи матеріального потоку тісно пов'язана зі ступенем автоматизації. Як правило, чим більший ступінь автоматизації, тим більша можливість інтеграції транспортного засобу. Але також і підйомно-транспортна техніка з низьким ступенем автоматизації (наприклад, з ковзанням) може бути інтегрована. При цьому складно простежити лише за окремими вантажними або пакувальними одиницями.

Підйомно-транспортні засоби, що обслуговуються вручну, такі як поворотні крани або підлогові транспортні засоби, можуть бути як мінімум частково інтегровані, якщо оператор одержує вказівки, наприклад, через інфрачервоний зв'язок.

Гнучкість при зміні планування дозволяє судити про те, з якими витратами пов'язані зміни топології або транспортних шляхів.

Таблиця 3.24

Зразок оцінки найбільш часто застосовуваних підйомно-транспортних засобів за допомогою важливих визначальних критеріїв. Підйомно-транспортні засоби постійної дії

Транспортуючі засоби	Транспортери безперервної дії																																	
	Зв'язаний з підлогою		Нарощені																	Розташований на висоті														
	Механізований або автоматизований		Автоматизований																	Механізований або автоматизований														
	Стационарний		Стационарний																	Стационарний														
	Гнучка тяга		Без гнучкої тяги		Транспортуючий засіб		Сила тяжіння				Засіб тяги							Гнучка тяга																
	Підлоговий ланцюговий конвеєр		Роликовий конвеєр		Гідравлічний конвеєр		Пневматичний конвеєр		Роликовий конвеєр		Роликовий конвеєр із короткими роликами		Круговий конвеєр		Похилити та самопливний		Підвісний		Стрічковий і ланцюговий конвеєр		Візковий конвеєр		Перекидний конвеєр		Підйомник безперервної дії		Z-подібний підйомник		Колісковий конвеєр		Підвісний конвеєр		Круговий транспортер	
Критерії	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19															
	Ступінь автоматизації																																	
	Інтегрованість в автоматичних системах																																	
	Гнучкість зміни макета																																	
	Гнучкість стосовно змін у компонуванні																																	

Продовження табл. 3.25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Гнучкість стосовно змін у компонуванні																				
Гнучкість стосовно змін потужності																				
Гнучкість стосовно змін вантажів, що транспортуються																				
Площа, зайнята транспортними шляхами																				
Загородження																				
Реверсивний напрям транспортування																				
Подолання висоти підйому																				
Складність відгалуження																				
Ємність буфера																				
Можливість передачі вантажу через увесь транспортний маршрут																				
Вимоги до елементів будівлі																				
Потреба в обслуговуючому персоналі																				
Витрати на керування																				
Організація обробки даних																				
Можливість розширення																				
Аварійна робота при несправностях																				
Потреби в інвестиціях																				
Витрати на техобслуговування																				

Гнучкість при зміні продуктивності транспортування свідчить, яка підйомно-транспортна техніка може безпроблемно, наприклад, шляхом закупівлі додаткового пристрою, справлятися з великою кількістю штучного вантажу за одиницю часу, а яка – один раз установлена – із труднощами реагує на підвищення надходжень вантажу.

Гнучкість при зміні транспортованого вантажу дає, нарешті, висновки про те, чи може підйомно-транспортна техніка транспортувати тільки вантажні одиниці з певними габаритами або на певних допоміжних навантажувальних засобах.

Знання про *займані транспортними шляхами площі* дозволяє судити про те, яка частина площі приміщення частково або повністю зайнята під підйомно-транспортну техніку. При цьому враховується, чи можливе для підлогових транспортних засобів багаторазове використання площі.

Ступінь утворення перешкод визначає, наскільки підйомно-транспортна техніка перешкоджає іншим робочим засобам, не тільки на підлоговому рівні, але й у просторі.

Реверсивність напрямку транспортування показує, чи йде мова про однобічне транспортування або на одному транспортному шляху може відбуватися транспортування в обох напрямках.

Здатність до подолання підйомів становить великий інтерес, насамперед, у багатоповерхових будівлях, у такому випадку може відпасти необхідність у додатково необхідних вертикальних транспортерах, таких як ліфти. Але також і здатність до висхідного напрямку транспортування в межах одного приміщення може бути перевагою, оскільки тоді можна заощадити на піднімальних станціях.

Невеликі *витрати на розгалуження* важливі, насамперед, у комплексних системах. У невідповідному положенні тут виявляються, наприклад, підвісні підйомно-транспортні механізми циклічної дії (кругові конвеєри, Power- & Free-Конвеєри), оскільки зазвичай їх засоби тяги рухаються по колу. На розвилках потрібно встановлювати додаткові приводи.

Здатність до простою та нагромадження для транспортних засобів показує, наскільки вони придатні як засоби з функцією складування.

Судження про те, чи *можлива передача вантажу на всьому протязі транспортного шляху*, являє собою критерій вибору підйомно-транспортних засобів залежно від матриці частоти транспортування й кількості зупинок.

Вимоги до корпусу споруди обумовлені особливими характеристиками підлоги (наприклад, для автоматичних підлогових транспортних засобів) або особливим припустимим навантаженням на опори (наприклад, для мостових кранів) або на конструкцію даху (наприклад, для електричних підвісних конвеєрів або підвісних кранів).

Вимоги до персоналу, з одного боку, дозволяють судити про ступінь автоматизації та, з іншого боку, про очікувані витрати на експлуатацію. До того ж вони дають висновок про залежність від фактора робочого персоналу (хвороба, помилки керування).

Витрати на керування показують ступінь комплексності установки, а також надають вказівки щодо необхідного програмного й технічного забезпечення керування. Чорне коло означає тут низькі витрати на керування.

Можливість *організації з обробкою даних*, навпаки, свідчить наскільки можливим є автоматичне керування технікою та наскільки людина необхідна як учасник керування. Вигідною вважається значна можливість організації з обробкою даних.

Поняття *здатність до розширення* показує, наскільки просто можна розширити наявну підйомно-транспортну техніку на прилеглі відділи. Тут необхідно брати до уваги конструкцію машин і техніку керування. Підйомно-транспортна техніка має низьку здатність до розширення, якщо необхідно встановлювати цілий новий підйомно-транспортний засіб поряд із наявним.

Аварійний режим при неполадках значно впливає на доступність підйомно-транспортної техніки й забезпечує, щоб і в автоматичних системах міг підтримуватися певний базисний рівень транспортування при неполадках.

Необхідність інвестицій і витрати на обслуговування визначають економічну вигідність підйомно-транспортного засобу.

Показники продуктивності й витрат деяких важливих підйомно-транспортних засобів. Показники продуктивності й витрат підйомно-транспортних засобів сильно різняться в кожному конкретному випадку. Величинами, які на них впливають, є вага й габарити вантажних одиниць, а також необхідна потужність оберту. У табл. 3.26 і 3.27 наведений перелік даних про продуктивність і витрати для важливих підйомно-транспортних засобів. При цьому в перших характеристичних колонках прийнято зразкові загальноприйняті технічні характеристики продуктивності для кожного підйомно-транспортного засобу, які також були основою для розрахунку витрат. Вони можуть бути меншими або більшими для кожного випадку застосування, що також впливає на витрати. Проте ці дані можна прийняти як орієнтовні значення. Для розрахунку витрат була прийнята робота в *одну та дві зміни* 250 днів за рік.

Як *купівельну вартість* було прийнято достовірні дані, що можуть відрізнятися залежно від виробника, конструкції і ситуації на ринку.

Амортизаційні витрати розраховуються у відсотках від купівельної вартості залежно від строку експлуатації відповідно до таблиць амортизаційних відрахувань.

Таблиця 3.26

Показники продуктивності й витрат часто застосовуваних транспортуючих засобів, конвеєрів

Дані про продуктивність і вартість	Приклади даних про продуктивність				Прямі витрати, дослідні дані за 1968 рік					Приклади показників витрат					
	Вантажопідйомність [кг]	Швидкість [м/с]	Здатність до подолання підйомів [°]	Продуктивність [шт/год]	Капітальні витрати за 10 місяців [DM]	Амортизаційні відрахування [%] у A/A [DM/рік]	Орендна плата (7 % від капітальних витрат) [DM/рік]	Витрати на електроенергію (3 % від капітальних витрат) [DM/рік]	Витрати на ремонт і обслуговування за 10 місяців (3 % від капітальних витрат) [DM/рік]	Річні витрати за 10 місяців при роботі в 1 зміну DM]	Річні витрати за 10 місяців при роботі у 2 зміни [DM]	Годинні витрати за 10 місяців при роботі в 1 зміну [DM]	Годинні витрати за 10 місяців при роботі у 2 зміни [DM]	Пошучні витрати за 10 місяців при роботі в 1 зміну [DM]	Пошучні витрати за 10 місяців при роботі у 2 зміни [DM]
Транспортуючий засіб	2	3	41	5	6	7	8	9	10	11	2	13	14	15	16
Підлоговий ланцюговий конвеєр	1 500	0,5	+10	200	5 500	12 660	192,5	165	550	1 567,5	2 282,5	0,78	0,57	0,39	0,28
Роликовий транспортер (привід)	1 200	0,3	+5	450	12 000	14 1 680	420	360	1 200	3 660	5 220	1,83	1,31	0,40	0,29
Роликовий транспортер (власна вага)	1 200	0,5	-5	200	3 000	14 420	105	–	300	825	1.125	0,41	0,28	0,20	0,14
Роликовий транспортер із короткими роликами	300	0,3	-3	300	2 000	14 280	70	60	200	610	870	0,31	0,22	0,10	0,07

Продовження табл. 3.26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Хитний конвеєр	100	0,1	-70	500	900	12 108	31,5	–	90	229,5	319,5	0,11	0,08	0,02	0,016
Підвісний ланцюговий конвеєр	1 200	0,3	+10	450	12 000	16,6 1 192	420	360	1 200	3 972	5 532	1,99	1,38	0,44	0,31
Стрічковий конвеєр	1 000	1,0	+15	500	8 000	14 1,120	280	240	800	2 440	3 480	1,22	0,87	0,24	0,17
Пластинчастий конвеєр	200	1,0	+15	500	15 000	14 2,100	525	450	1 500	4 575	6 525	2,29	1,63	0,45	0,32
Візковий конвеєр	100	0,3	+5	450	10 000	16,6 1,660	350	300	1 000	3 310	4 610	1,65	1,15	0,36	0,25
Конвеєри з похилими лотками	50	1,5	+8	720 0	25 000	16,6 4,150	875	750	2 500	8 275	11 525	4,14	2,88	0,06	0,04
Норія	1 000	0,3	+90	500	16 000	10 1 600	560	480	1 600	4 240	6 320	2,12	1,58	0,42	0,31
Хитний конвеєр	1 000	0,3	+45	360	4 500	25 1,125	157,5	135	450	1 867,5	2 452,5	0,93	0,61	0,25	0,17
Круговий конвеєр	1 500	0,3	+45	400	4 000	16,6 664	140	120	400	1 324	1 844	0,66	0,46	0,16	0,12
Круговий буксуючий конвеєр	2 000	0,3	+20	400	7 000	16,6 1,116	245	210	700	2 321	3 231	1,16	0,81	0,29	0,20

Таблиця 3.27

Приклади показників продуктивності й витрат часто застосовуваних транспортуючих засобів, підйомно-транспортних засобів циклічної дії

Транспор- туючий засіб	Дані про продуктивність і вартість																			
	Приклади даних про продуктивність								Прямі витрати, досліджені дані за 1968 р.								Приклади показників витрат			
	Вантажопідйомність (кг)	Швидкість переміщення (м/хв, м/с)	Швидкість ходу (м/хв, м/с)	Висота підйому (м)	Прискорення (м/с²)	Час перевантаження (с)	Ширина міжряддя (мм)	Потужність (Дж/год)	Капітальні витрати (нім. марка)	Витрати на амортизацію (%) після знижки на зношування (нім. марка/рік)	Оренда плата (7 % капітальних витрат) (нім. марка/рік)	Витрати на електроенергію за зміну (3 % від капітальних витрат) (нім. марка/рік)	Витрати на ремонт і простій за зміну (в % від капітальних витрат) (%), (нім. марка/рік)	Витрати на заробітну плату за зміну (нім. марка/рік)	Річні витрати при роботі в 1 зміну (нім. марка)	Річні витрати при роботі у 2 зміни (нім. марка)	І одинні витрати при роботі в 1 зміну (нім. марка)	І одинні витрати при роботі у 2 зміни (нім. марка)	Витрати на вантажну одиницю роботи в 1 зміну (нім. марка)	Витрати на вантажну одиницю роботи у 2 зміни (нім. марка)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Ручний стелаж- ний штабелер	1,500	120 2	30 0,5	20	0,6	15	1,400	40	215,000	12,5 26,875	7,525	6,450	6 12,900	50,000	103,750	173,100	51,88	43,28	1,30	1,08
Автоматичний стелажний штабелер	1,500	120 2	30 0,5	20	0,5	10	1,400	40	330,000	12,5 41,250	11,500	9,90	6 19,800	–	82,450	112,150	41,23	28,03	1,03	0,70
Ручний висот- ний штабелер	1,500	133 2,2	24 0,4	12	0,8	18	1,650	40	180,000	15 27,000	6,300	5,400	10 18,000	50,000	106,700	180,100	53,35	45,03	1,33	1,13
Автоматичний висотний штабелер	1,500	133 2,2	24 0,4	12	0,8	10	1,650	40	280,000	15 42,000	9,800	8,400	15 42,000	–	102,200	152,600	51,10	38,15	1,28	0,95
Скребковий конвеєр	5,000	133 2,2		-	0,4	-	2,000	60	20,000	12,5 2,500	700	600	15 3,000	50,000	56,800	110,400	28,40	27,60	0,47	0,46

Продовження табл. 3.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Автоавантажувач із вилочним захоплювачем (привід)	1,000	90 1,5	3 0,05	0,15	0,5	14	2,000	30	8,000	15 1,200	280	240	5 400	50,000	52,120	102,760	26,50	25,69	0,89	0,86
Автоавантажувач із вилочним захоплювачем (чотириколісний електричний)	1,000	133 2,2	24 0,4	8	0,8	15	2,800	60	65,000	20 13,000	2,275	1,950	10 5,500	50,000	73,725	132,175	36,86	33,04	0,61	0,55
Автоматичний вилочний авто-навантажувач	1,000	60 1	3 0,05	0,15	0,5	30	2,000	20	180,000	12,5 22,500	6,300	5,400	15 27,000	–	61,200	93,600	30,60	23,40	1,53	1,17
Канальний транспортуючий засіб	1,200	90 1,5	3 0,05	0,05	0,6	3	1,400	36	80,000	20 16,000	2,800	2,400	15 12,000	–	33,200	47,600	16,60	11,90	0,46	0,33
Розподіляючий транспортуючий засіб	1,200	90 1,5	3 0,05	0,15	0,5	10	1,400	36	150,000	20 30,000	5,250	4,500	15 22,500	–	62,250	89,250	31,12	22,31	0,66	0,62
Возовий рельсовий шлях, труба	150	48 0,8	–	–	–	–	–	100	2,000	10 200	70	–	5 100	50,000	5,730	10,470	2,69	2,62	0,027	0,026
Мостовий кран	10,000	– 30 0,5	20 – 0,3	6	0,25	–	–	10	100,000	10 10,000	3,500	3,000	10 10,000	50,000	76,500	139,500	38,25	34,88	3,83	3,49
Консольний кран	2,000	20 – 0,3	20 – 0,3	3	0,25	–	–	10	35,000	10 3,500	1,225	1,050	10 3,500	50,000	59,275	113,825	29,64	28,45	2,96	2,84

Продовження табл. 3.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Поворотний кран	5,000	– 0,5	5 0,08	6	0,25	–		5	20,000	10 2,000	700	600	10 2,000	50,000	55,300	107,900	27,65	26,98	5,53	5,40
Портальний кран	50,000	– 30 0,5	25 0,24	10	0,25	–		8	800,000	10 80,000	28,000	24,000	10 80,000	50,000	262,000	416,000	131,00	104,00	16,38	13,00
Електричний підвісний конвеєр	500	40 0,66		-3	0,5	–	1,400	200	10,000	10 1000		300	10 1,000	–	2,650	3,950	1,33	0,99	0,0067	0,005
Транспортна система для дрібного фасування	20	150 2,5		–	–	–	300	2500	12,000	20 2,400	420	360	10 1,200	–	4,380	5,940	2,19	1,49	0,0009	0,0006

Оскільки наведені строки експлуатації мають розходження залежно від специфіки галузі, розраховувалися раціональні усереднені показники.

Витрати з оплати відсотків по кредиту в середньому прийняті рівними 7 %, а *річні витрати на електроенергію* – 3 % від купівельної вартості.

На відміну від цього, *річні витрати на ремонт і технічне обслуговування* за зміну були розраховані з різним відсотком від купівельної вартості, залежно від різної підйомно-транспортної техніки. Тут в основу були покладені дослідні дані.

Витрати на заробітну плату прийняті в середньому рівними 50 000 євро на робітника за рік (у Німеччині).

Для визначення витрат на вантажну одиницю оцінювалася типова продуктивність транспортування для кожного виду підйомно-транспортної техніки. Вона сильно відрізняється залежно від ваги та габаритів вантажних одиниць, величини системи й різних конструкцій. Це стосується точності визначення витрат на вантажну одиницю.

Дані можуть бути використані лише як допомога при орієнтуванні й, насамперед, як відносні величини.

3.4. Навантажувальна техніка

3.4.1. Завдання маніпулятора

Під час зростаючої автоматизації матеріального потоку з його основною функцією складування, транспортування й обробки з технічної точки зору останнє завдання є найбільшою проблемою. Завдання полягає в тому, щоб за допомогою технічних засобів замінити людську працю.

Розвиток засобів виробництва та їхньої передової автоматизації привів до того, що у виробничих процесах безупинно знижується фактичний машинний час, тоді як час простою внаслідок цього вийшов на перший план. Простої характеризуються високою часткою чистої обробки, що має бути зменшена у зв'язку зі зростанням вартості робочої сили й попитом на високу якість продукції. Це досягається за допомогою погоджених рішень і автоматизації за рахунок використання вантажно-розвантажувальних засобів.

Маніпулювання відрізняється від інших функціональних сфер матеріального потоку внаслідок не тільки геометрично визначеного тіла, наприклад штучний товар. При цьому процесі переміщення, визначається в просторі не тільки положення, але й орієнтація.

Маніпулювання забезпечується відповідно до директиви VDI 2860. При цьому можливо здійснювати певні зміни або тимчасове збереження заданого

просторового розташування геометрично визначених тіл у системі відліку координат. Це можуть бути й інші умови, які задані як час, кількість і траєкторія.

Функціональна сфера маніпулювання, передбачає таке:

- складування або зберігання;
- зміну програми;
- переміщення, створення і зміну певного просторового розташування;
- страховку, зберігаючи тим самим певне просторове розташування;
- контролінг (контроль).

Більш елементарні функції були закріплені директивою VDI 2860, кожна операція може бути проаналізована за допомогою зазначеної піктограми. Метою цього аналізу є раціоналізація й підготовка рішення автоматизації для майбутніх операцій.

Зі збільшенням попиту на більш короткі строки поставки, підвищення гнучкості та якості продукції, також як і зобов'язання до гуманізації роботи, необхідно дотриматись вимог транспортування засобами, що мають задовольнятися тільки передовими вантажно-транспортними засобами і оптимально підібраними периферійними пристроями.

Оскільки вантажно-транспортні засоби є визначальними елементами в матеріальному потоці, їх окремі компоненти повинні бути погоджені й оптимізовані. Це передбачає використання високопродуктивних приводів, легких матеріалів, більш швидкого та зручнішого керування, гнучкого захоплювача й інтелектуальних датчиків. Щодо технічних досягнень у зазначених сферах, маніпулятори здатні вирішити багато проблем і відкрити велику кількість галузей, які дотепер працюють за рахунок штату робітників. Удосконалена обробка дозволяє також зменшити згадану вище кількість периферійних систем для підготовки й подачі маніпульованих об'єктів. Ці прогресивні маніпулятори містять у собі мобільні промислові роботи, які будуть використовуватися в майбутньому у всіх заводських цехах. Станіонарні промислові роботи часто служать з метою оптимального використання виробничих потужностей і трудових ресурсів. Досягнення зробленої гнучкості виробництва, тобто розмір партії один, однак виконуються на вимогу логістичних матеріалопотокових структур і гнучких форм організації. Для досягнення цієї мети представлено важливу ланку – мобільний матеріально-потоковий робот.

3.4.2. Систематика навантажувальних засобів (маніпуляторів)

Навантажувальні засоби потрібно споконвічно диференціювати за їх універсальністю. При фіксованій сфері діяльності застосовують «Прилад цільового призначення», у декількох галузях «Універсальні пристрої». За-

лежно від їх керування «Універсальні пристрої» виконані у вигляді телеоператорів або як роботи, тим часом телеоператори також можуть служити тільки одній меті (рис. 3.11).

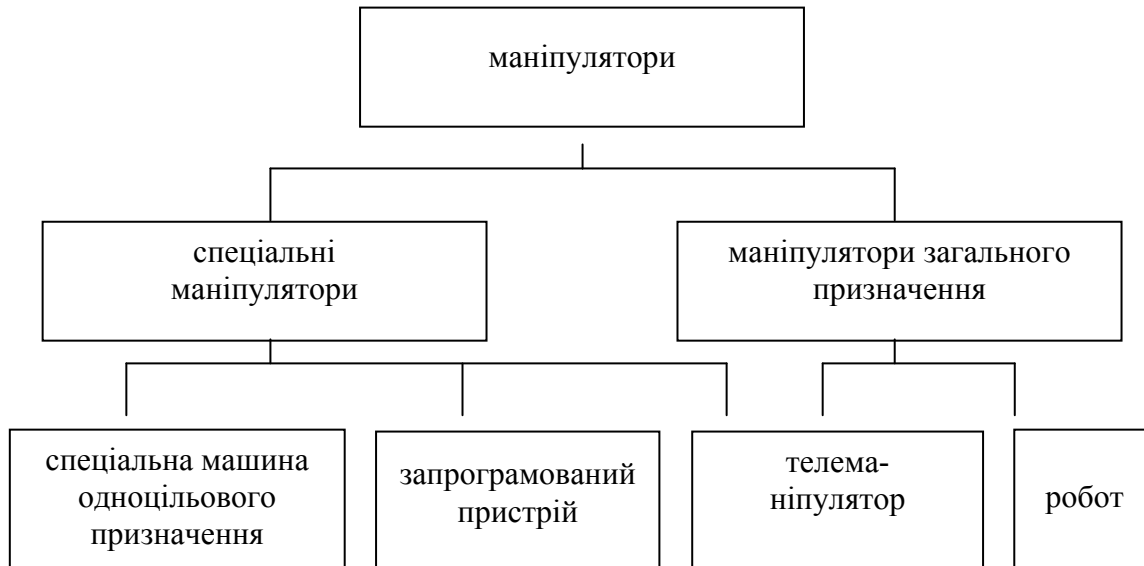


Рис. 3.11. Класифікація маніпуляторів

Вибір маніпулятора здійснюється, як правило, після постановки завдання. Таким чином, прилади цільового призначення майже ніколи не використовуються для універсальних завдань, але набагато частіше використовуються при повторюваних операціях, наприклад, масовому виробництві, тобто безперервне виробництво тих самих продуктів у великих кількостях. Через особливі умови вони майже завжди виконуються стаціонарними.

Виробництво невеликих партій і відповідного потоку матеріалу вимагає гнучкі засоби обробки, що можуть бути адаптовані до часто змінюваних умов. Тут набувають застосування універсальні пристрої, що задовольняють вимозі великої гнучкості й у майбутньому в більшості випадків реалізовані не тільки стаціонарними, але й мобільними.

Робот, значення якого було отримано зі слов'янського слова «робота» (дорівнює важкій роботі), відрізняється від телеоператорів або приладів цільового призначення насамперед за типом керування. У той час як телеоператори з ручним керуванням і прилади цільового призначення (тобто одноопераційні машини й живильники) обробляють вантажно-розвантажувальні роботи на фіксованій програмі, промислові роботи, згідно з VDI директивою 2680, будуть розмежовані в такий спосіб:

Промислові роботи – універсально застосовні пересувні (рухливі) машини, з декількома осями, чий рух запрограмовані (тобто без механічного

втручання), а точніше керовані датчиками. Вони можуть бути оснащені захоплювачами, інструментами або іншим технологічним обладнанням і можуть виконувати маніпулюючі і \ або виробничі завдання.

Актуальна дефініція промислових роботів потребує щонайменше три програмувальних осі руху, але наприклад в Японії відносяться до промислових роботів живильники та завантажувальні пристрої.

Класифікація промислових роботів. Систематика промислового робота виробляється (відбувається) часто в літературі, тільки після кінематичної структури або для конкретної області застосування. Хоча конкретна кінематика рекомендується переважно для різних областей застосування, але й сьогодні не можна одержати прямий зв'язок між кінематикою робота і його сферою застосування.

Зростання важливості робота як універсального засобу обробки й майбутніх тенденцій розвитку у бік мобільних роботів є розумним тільки з погляду інтеграції робота в матеріальних системах обробки під технічні критерії системи. У цій системі (рис. 3.12) рухливість промислових роботів є ключовим чинником. Розрізняють стаціонарні й мобільні роботи, які значно розширюють своє робоче місце шляхом інтеграції в конвеєрні системи.

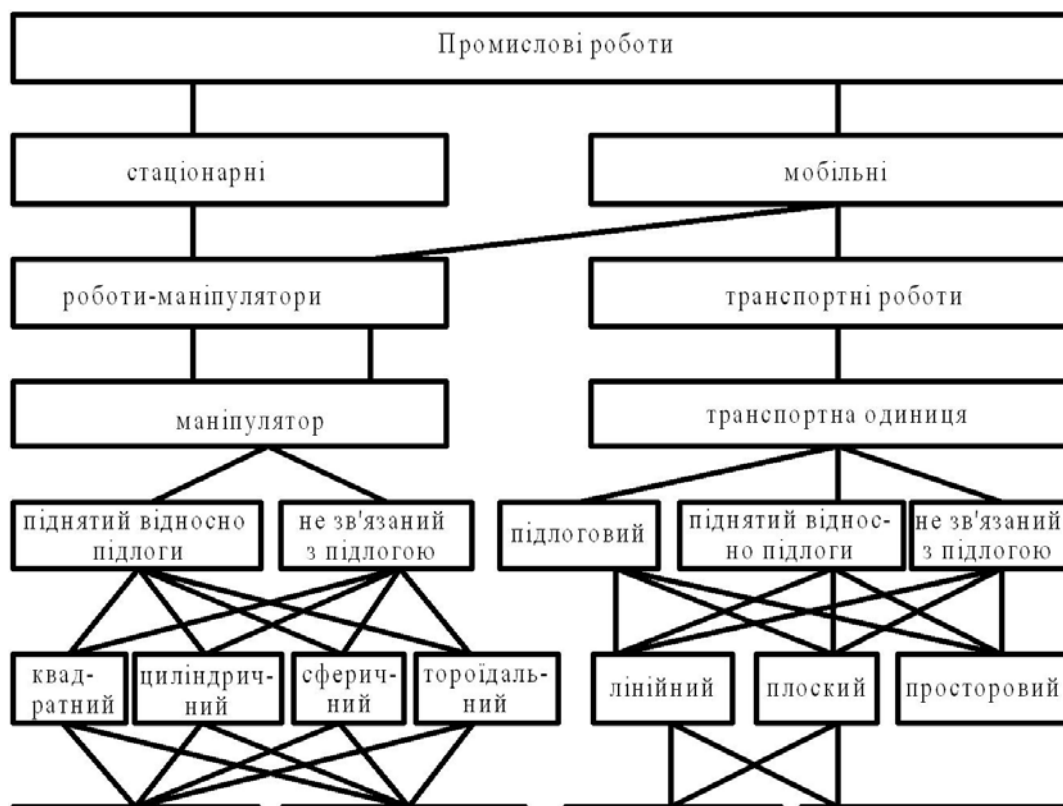


Рис. 3.12. Систематика промислових роботів

Осі руху робота служать для маніпулювання або транспортування. Розрізняють маніпуляційні або транспортні осі (див. рис. 3.12). Проте обидві вони дійсні тільки за умови вільної програмованості як осі робота. Одна або більше осей утворюють агрегат. Аналогом є побудова однієї або декількох транспортних осей транспортного блока.

Стационарний робот складається в тому числі із блока маніпулювання й не має транспортної одиниці, на відміну від мобільних роботів. Тут зазначений стационарний робот, що також називається стационарним роботом-маніпулятором.

Мобільний робот навпаки в кожному разі базується на транспортному засобі. Поділяють мобільні роботи на мобільних роботів-маніпуляторів і транспортних роботів. Якщо мобільний робот має тільки транспортні осі, але жодних осей переміщення не має, то це транспортний робот. Призначення мобільного робота з осями транспортування й маніпулювання є основною метою його класифікації – маніпулятора робота й транспортного робота. Для транспортного робота транспортування товарів, незважаючи на наявність осей маніпулювання, є основним завданням (на передньому плані). Осі маніпулювання, а точніше, маніпулюючий елемент, служать часто для захоплення (як захоплювач).

Мета мобільного робота – використовувати маніпулюючий елемент; як правило, коли використовується три або більше осей маніпулювання, застосовують мобільний робот-маніпулятор.

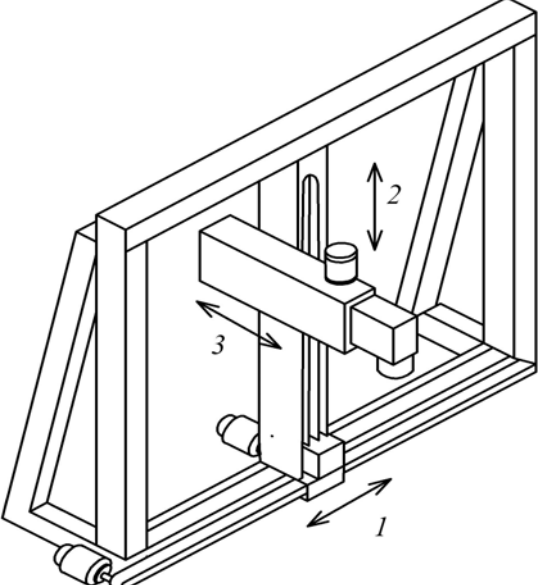
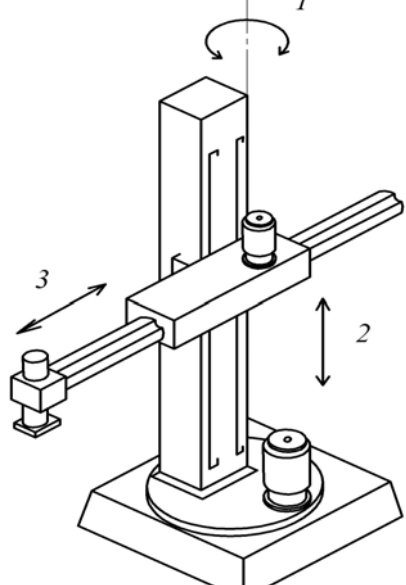
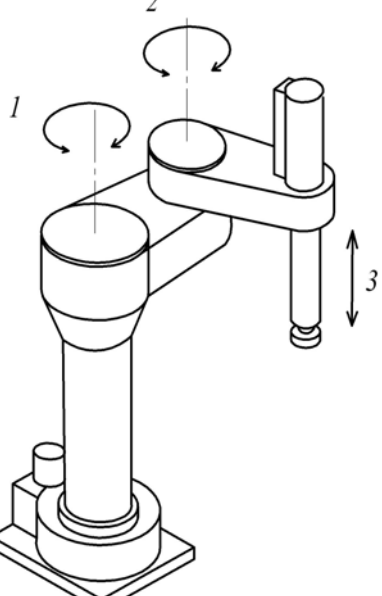
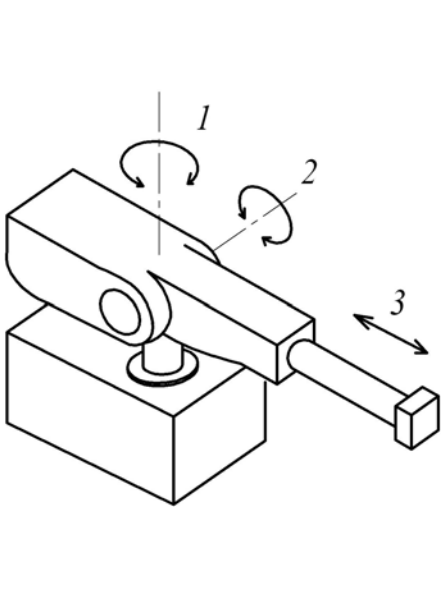
Незалежно від того, чи йде мова про осі маніпулювання або транспортування в осях робота, його (робота) утворює три або більше осей. Автоматичний кран-штабелер це той, у якому три транспортних осі служать як осі робота, тобто можуть бути вільно запрограмовані.

Транспортний робот наведено в табл. 3.28, тип 10, автоматичний навантажувач, що складається із двох вільно програмованих транспортних осей (кормового й тягового приводів) і тільки однієї вільно програмованої осі маніпулювання (піднімальна вісь) подана в табл. 3.29, тип 8. Якщо автоматичний навантажувач пов'язаний із багатокоординатним блоком маніпулювання, тоді безсумнівно маніпулювання є основним завданням (перебуває на передньому плані). Він відомий як мобільний робот-маніпулятор (табл. 3.29, тип 13).

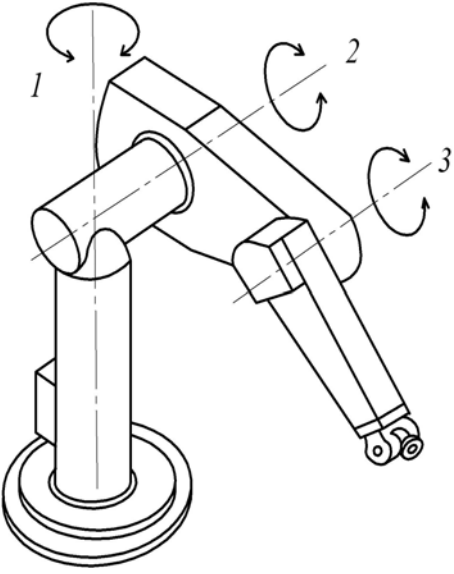
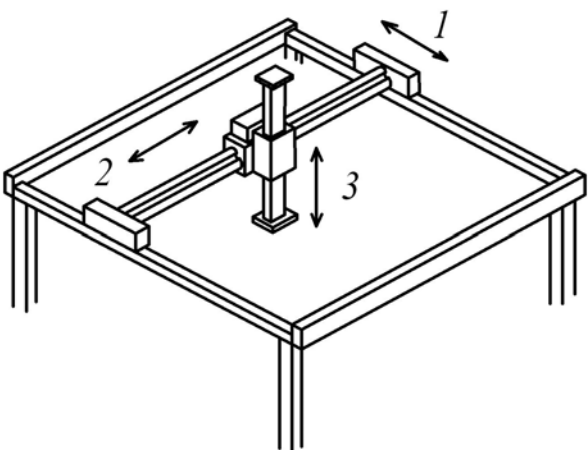
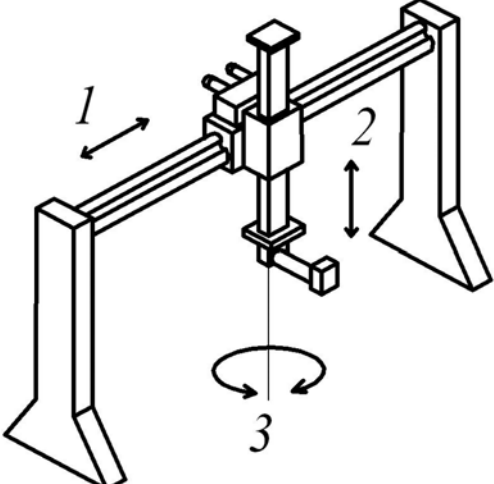
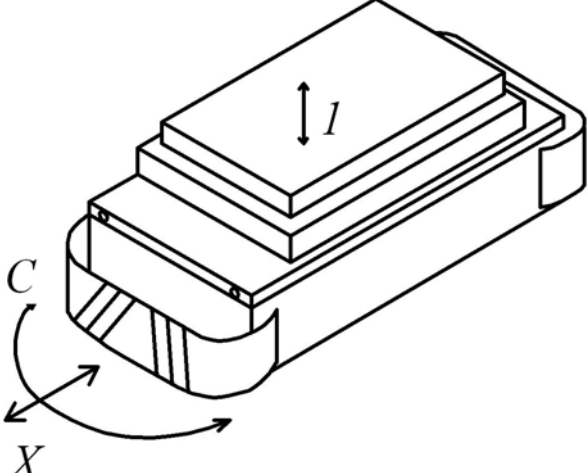
Подальша класифікація промислових роботів ґрунтується на даних, вказаних у маніпулюванні (маніпуляційній) і транспортній одиницях (див. рис. 3.12).

Таблиця 3.28

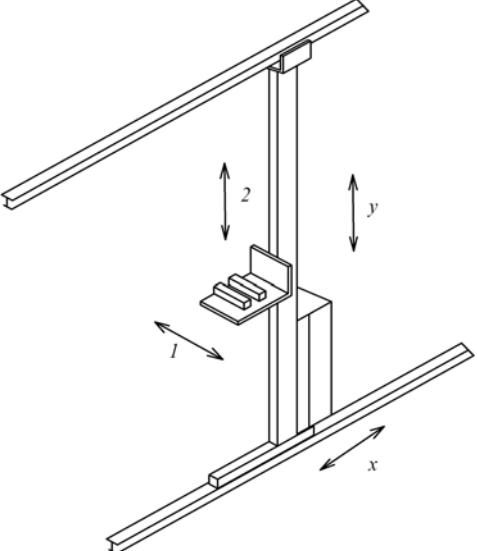
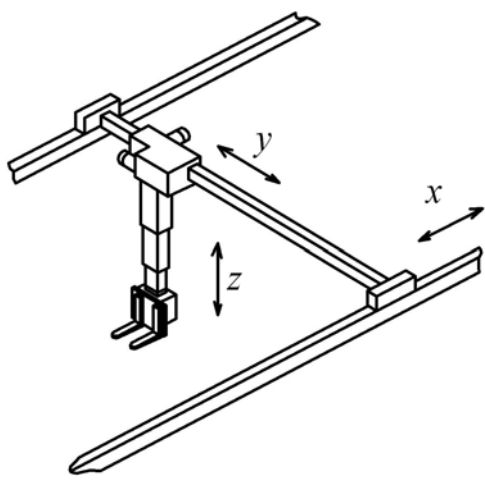
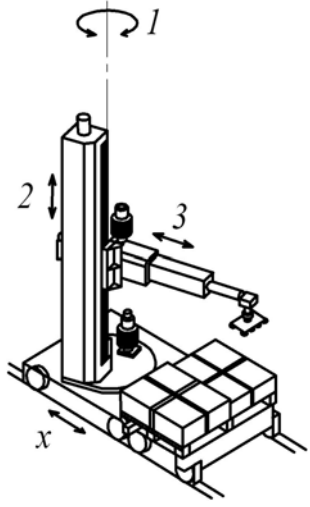
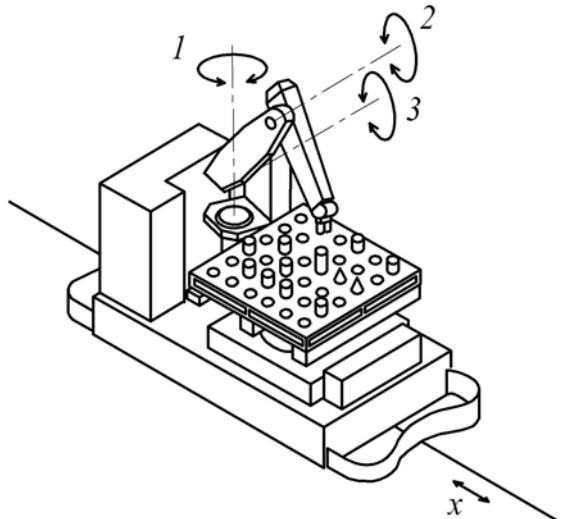
Приклади найважливіших роботів матеріальних потоків
з їх відмітними ознаками

1. Опорний, стаціонарний робот-маніпулятор із квадратною робочою зоною	2. Опорний, стаціонарний робот-маніпулятор з циліндричною робочою зоною
	
Маніпулятор: опорний, квадратний (ТТТ), горизонтальний	Маніпулятор: опорний, циліндричний (ДТТ), вертикальний
3. Опорний, стаціонарний робот-маніпулятор з циліндричною робочою зоною	4. Опорний, стаціонарний робот-маніпулятор зі сферичною робочою зоною
	
Маніпулятор: опорний, циліндричний (ДТТ), вертикальний	Маніпулятор: опорний, сферичний (ДДТ), вертикальний

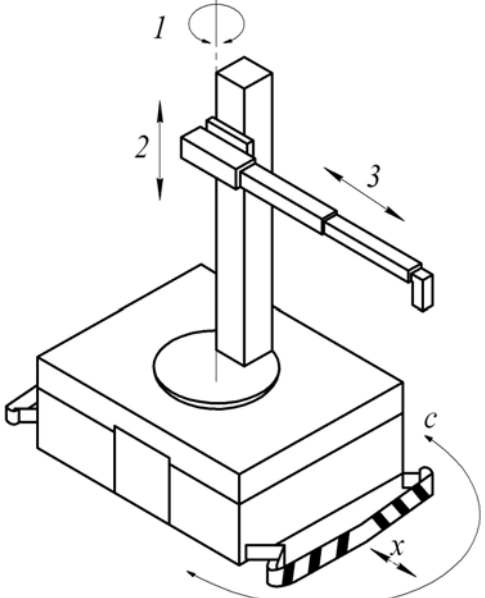
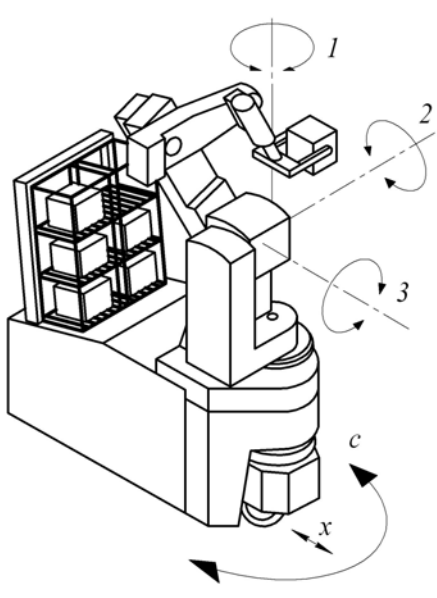
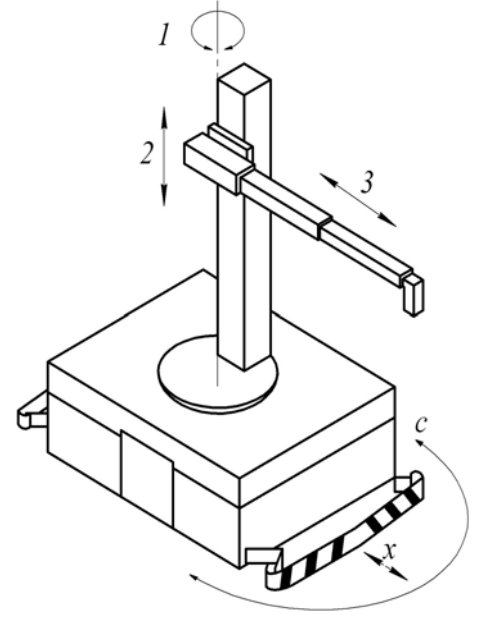
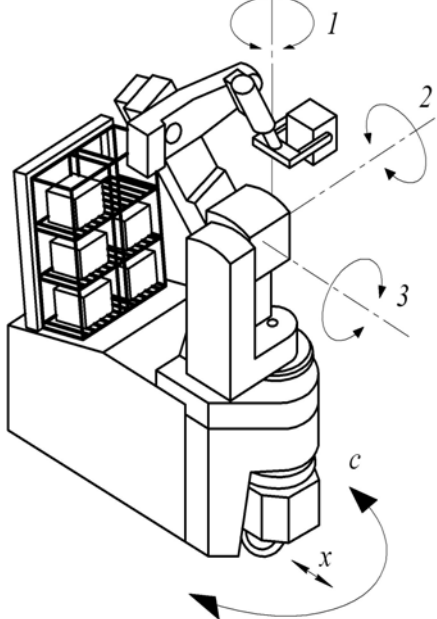
D – вісь обертання; T – напрямок поступального руху; $1, 2, 3$ – осі керування

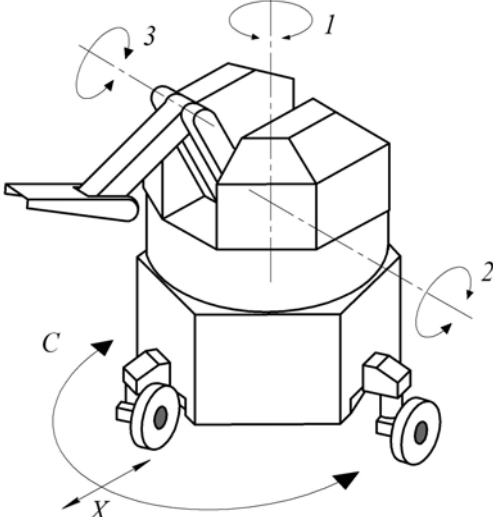
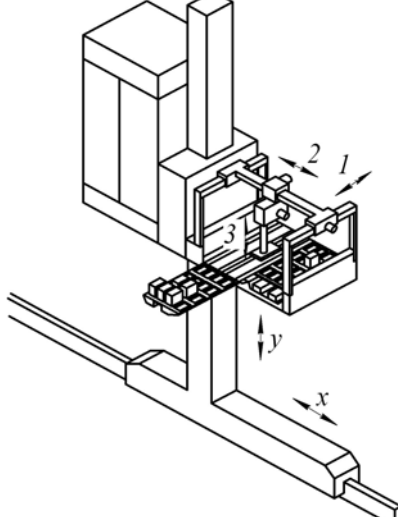
5. Опорний, стаціонарний робот-маніпулятор з тороїдною робочою зоною	6. Підвісний, стаціонарний робот-маніпулятор (площинний порталний робот) з квадратною робочою зоною
	
Маніпулятор: опорний, тороїдний (DDD), вертикальний	Маніпулятор: підвісний, квадратний (TTT), горизонтальний
7. Підвісний, стаціонарний робот-маніпулятор (лінійний порталний робот) з циліндричною робочою зоною	8. Підлоговий транспортний робот з однією підйомною віссю
	
Маніпулятор: підвісний, циліндричний (TTD), горизонтальний	Маніпулятор: опорний, з підйомною віссю (Т), вертикальний. Вантажопідйомний засіб підлоговий, площинний, горизонтальний

D – вісь обертання; T – напрямок поступального руху; $1, 2, 3$ – осі керування; x, c – напрямки переміщення вантажопідйомного засобу

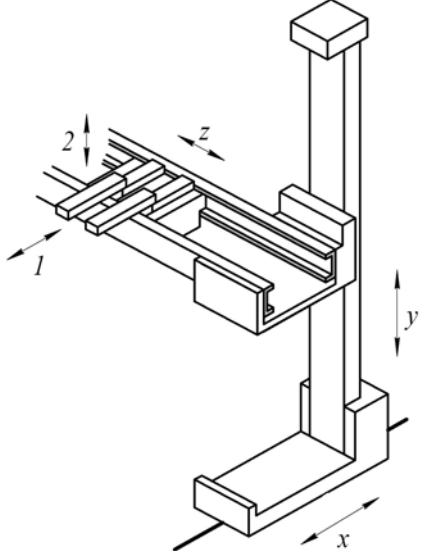
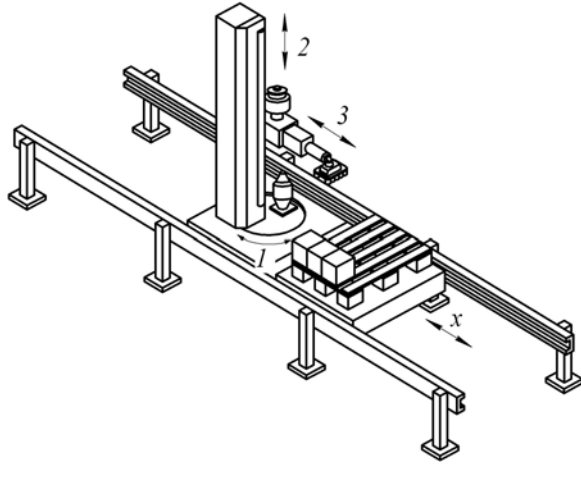
9. Підлоговий транспортний робот із підйомною та телескопічною осями (аналог велосипедного крана)	10. Підвісний, транспортний робот (аналог крана-штабелера)
	
Маніпулятор: опорний, з підйомною та телескопічною осями (ТТ), горизонтальний. Вантажопідйомний засіб: підлоговий, площинний, вертикальний	Вантажопідйомний засіб: підвісний, об'ємний (просторовий)
11. Підлоговий, мобільний робот-маніпулятор із циліндричною робочою зоною маніпулятора	12. Підлоговий, мобільний робот-маніпулятор із тороїдною робочою зоною маніпулятора
	
Маніпулятор: опорний, циліндричний (ДТТ), вертикальний. Вантажопідйомний засіб: підлоговий, лінійний, горизонтальний	Маніпулятор: опорний, тороїдний (ДДД), вертикальний. Вантажопідйомний засіб: підлоговий, лінійний, горизонтальний

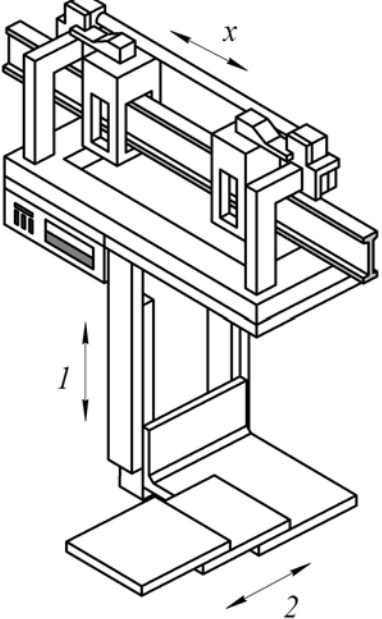
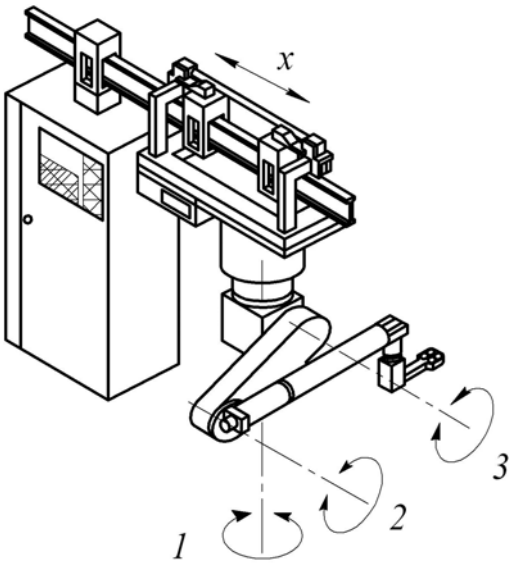
D – вісь обертання; T – напрямок поступального руху; $1, 2, 3$ – осі керування; x, y, z – напрямки переміщення вантажопідйомного засобу

<p>13. Підлоговий, мобільний робот-маніпулятор із циліндричною робочою зоною маніпулятора</p>	<p>14. Підлоговий, мобільний робот-маніпулятор із тороїдною робочою зоною маніпулятора</p>
	
<p>Маніпулятор: опорний, циліндричний (ДТТ), вертикальний. Вантажопідіймний засіб: підлоговий, площинний, горизонтальний</p>	<p>Маніпулятор: опорний, тороїдний (ДДД), вертикальний. Вантажопідіймний засіб: підлоговий, площинний, горизонтальний</p>
<p>13. Підлоговий, мобільний робот-маніпулятор із циліндричною робочою зоною маніпулятора</p>	<p>14. Підлоговий, мобільний робот-маніпулятор із тороїдною робочою зоною маніпулятора</p>
	
<p>Маніпулятор: опорний, циліндричний (ДТТ), вертикальний. Вантажопідіймний засіб: підлоговий, площинний, горизонтальний</p>	<p>Маніпулятор: опорний, тороїдний (ДДД), вертикальний. Вантажопідіймний засіб: підлоговий, площинний, горизонтальний</p>

15. Підлоговий, мобільний робот-маніпулятор із тороїдною робочою зоною маніпулятора	16. Підлоговий, мобільний робот-маніпулятор із квадратною робочою зоною маніпулятора
	
Маніпулятор: опорний, тороїдний (DDD), вертикальний. Вантажопідійомний засіб: підлоговий, площинний, горизонтальний	Маніпулятор: підвісний, квадратний (TTT), горизонтальний. Вантажопідійомний засіб: підлоговий, площинний, вертикальний

D – вісь обертання; T – напрямок поступального руху; $1, 2, 3$ – осі керування; x, y, z – напрямки переміщення вантажопідійомного засобу

17. Підлоговий транспортний робот із підйомною та телескопічними осями	18. Опорний, мобільний робот-маніпулятор із циліндричною робочою зоною маніпулятора
	
Маніпулятор: опорний, з підйомною та телескопічними осями (TT), горизонтальн. Вантажопідійомний засіб: підлоговий, просторовий	Маніпулятор: опорний, циліндричний (DTT), вертикальний. Вантажопідійомний засіб: лінійний, горизонтальний

19. Підвісний транспортний робот із підйомною та телескопічними осями	20. Підвісний, мобільний робот-маніпулятор із тороїдною робочою зоною маніпулятора
	
<p>Маніпулятор: підвісний, з підйомною та телескопічними осями (ТТ), вертикальн.</p> <p>Вантажопідйомний засіб: підвісний, лінійний, горизонтальний</p>	<p>Маніпулятор: підвісний, тороїдний (DDD), вертикальний. Вантажопідйомний засіб: підвісний, лінійний, горизонтальний</p>

D – вісь обертання; T – напрямок поступального руху; $1, 2, 3$ – осі керування; x, y, z – напрямки переміщення вантажопідйомного засобу

Прикладні аспекти розуміють як дуже важливий критерій, розроблений шар для маніпуляційних і транспортних одиниць.

Підстилкові шари маніпуляторів можуть бути класифіковані передусім як нарощені. Це той випадок, коли маніпулятор і, отже, його підстилковий шар утворюють перешкоду для внутрішньовиробничого матеріального потоку. Оскільки підстилковий шар для нарощених маніпуляторів перебуває здебільшого на певній висоті над підлогою цеху, у такий спосіб він формується перешкодою на шляху до рухливого засобу матеріального потоку, наприклад, для автоматичного вилочного автотранспортувача.

Якщо маніпулятор висить на стелі або на стіні цеху, або на декількох консолях (колонах) у цеху (наприклад, лінійні або площинні порталні роботи), то маніпуляційний підстилковий шар, як правило, для внутрішнього матеріального потоку не є перешкодою. Мова йде про незалежний від підлоги цеху підстилковий шар або незалежний від підлоги цеху маніпулятор. Лінійні порталні роботи або площинні порталні роботи дійсно часто

встановлені на консолях (підпірках) на підлозі, але підроблений шар не залежить від підлоги. У всіх розділах класифікації промислових роботів межі (границі) розглянутого матеріального потоку заздалегідь встановлені (закріплені) у кожному випадку. Залежний від підлоги підстилковий шар і, отже, маніпулятори не класифікуються через зазначені причини (див. рис. 3.12).

Щодо транспортних одиниць, яким не потрібний підстилковий шар, транспортувальна площа використовується як важливий критерій класифікації. Оскільки транспортний блок формує початок координат підйомно-транспортної системи (є тільки транспортні осі – це щодо класифікації площини переміщення транспортного вузла за аналогією до класифікації ПТС), розрізняють можливості прикріплення до підлоги, нарощування й незалежності від покриття.

Як прикріплені до підлоги маркуються (позначаються) транспортні одиниці, якщо піднімальний шлях перебуває на підлозі (землі) (див. табл. 3.28, тип 13) або рухається по устаткуванню, що встановлено безпосередньо на підлозі (наприклад, рейки) (див. табл. 3.28, тип 11). Прикріплена до підлоги транспортувальна площа, як правило, не спричиняє перешкод для інших мобільних матеріало-потоків засобів. Тільки у випадку транспортування на рейках виникає перешкода, наприклад перехресних підйомно-транспортних систем. Проте матеріальні потоки при частих операціях перетинання можуть бути модифіковані без особливих труднощів, через це транспортні одиниці на рейках класифікуються як прикріплені до підлоги. Те саме стосується стелажних штабелерів, які також можуть становити транспортну одиницю мобільного робота. Їх площини переміщення можна розглядати як прикріплені до підлоги, тому що вони рухаються по прикріплених рейках і ступінь перешкод може бути значно зменшена шляхом перенесення (переміщення) рейок біля землі (підлоги) (див. табл. 3.28, тип 16, 17).

Транспортний блок, що переміщається на певній висоті над землею по рейках, називається підвісним (закріпленим). Площина маніпулювання може бути розташована вище або нижче від площини переміщення транспортної одиниці. Оскільки рейки, що дозволяють роботів рухатися, утворюють постійну перешкоду для інших мобільних матеріало-потоків засобів, діють підвісні мобільні роботи переважно в тих ділянках, де можуть бути виключені перетинання шляхів (наприклад, мобільний робот-маніпулятор на основі автоматичного розподільника, що працює на багаторушних складах) (див. табл. 3.28, тип 18).

Транспортна площа класифікується як опорна, коли мобільний робот рухається по рейках, прикріплених на стелі або на декількох опорах. Транспортний вузол, як правило, становить перешкоду для внутрішніх матеріалів, оскільки їх площини переміщення перебувають вище від фактичного

робочого рівня заводу (див. табл. 3.28, тип 10, 19, 20). Це означає, що неопорний мобільний робот може бути перешкодою тільки для неопорних рухливих матеріало-потоків засобів (наприклад, мобільних роботів на основі електричної монорейки з обмеженими фізичними можливостями, в окремих випадках – піднімальний шлях козлового (мостового крана).

Ще одне розходження в систематиці наведено на рис. 3.12 щодо кінематики перших трьох маніпуляційних осей, що також називаються головними осями. Кінематика залежності від кількості й розташування осей може бути прямокутною, циліндричною, сферичною або тороїдною. Маніпуляційні одиниці складаються щонайменше з трьох вільно програмувальних осей маніпулювання – це може бути у випадку із транспортувальним роботом – виникає не типовий робочий простір, а скоріше робоча поверхня або робоча лінія (див. табл. 3.28, тип 8, 9, 17, 19). Кількість і розташування вантажно-розвантажувальних осей подано аббревіатурою D для осі обертання й T для трансляційної осі в їхньому відповідному порядку.

З технічної точки зору продовжує залишатися орієнтація першої осі маніпуляції. Схема відзначається горизонтальною й вертикальною орієнтацією осі. У транспортній орієнтації вісь зображення збігається з напрямком руху (див. табл. 3.28, тип 1), в якому рух відбувається навколо осі обертання (див. табл. 3.28, тип 2).

На рис. 3.12 для транспортних одиниць перераховано такі системні (технічні) критерії. Рух транспортної одиниці може бути лінійним, двовимірним і просторово диференційованим. Рух заснований безпосередньо за цією класифікацією. Наприклад, рух мобільного робота на основі крана-штабелера не є лінійним, хоча кран-штабелер за систематикою ПТС є транспортувальним. Кран-штабелер має можливість одночасного переміщення по вертикалі й горизонталі (див. табл. 3.28, тип 16). Крім того, непрямолінійний рух, як і раніше, класифікується як лінійний, коли мобільний робот необхідний індукційному проведенню, рейці й та ін. (див. табл. 3.28, тип 12). Розгалуження напрямної лінії для автоматичного виловного навантажувача розглядається як плоский рух (див. табл. 3.28, тип 13).

Як додаткова використовується класифікація з орієнтації шляху переміщення. Визначення орієнтації руху по горизонталі або по вертикалі можна використовувати тільки для лінійного або плоско-паралельного руху. У лінійному русі є орієнтація по лінії, отримана із площинного руху по поверхні. Наприклад, автоматичний підлоговий навантажувач, що служить як транспортер, має горизонтальну орієнтацію руху (див. табл. 3.28, тип 13), крани-штабелери застосовують вертикальну орієнтацію (див. табл. 3.28, тип 16).

Інші відмітні можливості промислових роботів легко виділити, але вони не будуть діяти на основі ясності.

В табл. 3.28 наведено типові стаціонарні й мобільні матеріало-потоківі засоби. Мобільні роботи як транспортні роботи й мобільні роботи-маніпулятори також зображені як приклад. Щодо проілюстрованих типів робіт, то передбачається, що по всіх осях є вільне програмування.

В маніпулюючих осях тільки перші три осі, тобто головні осі, характеризуються 1–3 транспортними осями, аббревіатурами *X*, *Y*, *Z* і *C*. Якщо транспортна вісь як вісь обертання, вона має аббревіатуру *C*. Аббревіатури *X*, *Y* і *Z* – навпаки для поступальних осей. У цих зображеннях, що відповідають класифікації, також вказується в номенклатурі промислових робіт.

3.4.3. Одноцільові пристрої

Телеоператори фактично вилучені руками робочого персоналу. Тому вони керуються дистанційно вручну та не є програмувальними. Відповідно до даних існують телеоператори як для спеціальних галузей, так і для універсального використання. З телеоператором працівник може збільшити свій доступ до його потужності, продуктивності й дальності польоту. Телеоператори необхідні там, де сприйняття людей, як і раніше, необхідно й процес обробки потребує свого контролю.

Типові області застосування передбачають діяльність у чистих приміщеннях, у зонах шкідливих (наприклад, атомна електростанція) або з важкими вантажами для маніпулювання великими вагами (кузні).

Одноцільові машини. У процесі транспортування матеріалів не потрібно безліч спеціального устаткування.

Класифікація має сенс тут тільки за критерієм робочої зони. Наведемо деякі з використовуваних одноцільових машин:

- палетизатори;
- депалетизатори;
- маркувальні машини;
- пакувальні машини;
- машини для кріплення вантажу;
- машини для переміщення вантажу.

Одноцільові машини, як правило, фіксовані. Проте існують також мобільні рішення, наприклад, у пакувальній галузі. Особливо в технології пакування існує безліч спеціалізованих машин для виконання різних завдань. Наприклад, можна назвати пакувальні машини для виробництва продуктів харчування, машини для розливу напоїв, шампанського та ін. і різні машини для герметизації й закупорювання упаковок. Потенціал одноцільового напрямку повинен бути оцінений дуже високо, але це також призводить до серйозних обмежень із погляду гнучкості.

Вставні пристрої забезпечують технічно прості й, отже, менш витратні рішення для обробки завдань. Кількість осей руху відносно невелика (зазвичай одна або дві осі руху). Часто працюють із кінцевими упорами, тому що зміна заданої програми руху досить дорога. Вставні пристрої перебувають у жорстко зв'язаних між собою виробничих лініях, де здійснюється масове виробництво. Для простоти часто застосовують пневматичний привід.

3.4.4. Роботи

3.4.4.1. Стаціонарні роботи. Визначення. Значущими характеристиками робота є розташування, розмір і форма його робочого простору. Вони формують схему робота (див. рис. 3.12) і використовуються для визначення стаціонарних і мобільних роботів (рис. 3.13). Стаціонарні роботи мають робочий простір, (рис. 3.13 а), що може бути змінено, і тільки тоді, коли компоненти машини, а саме осі обробки робота, можуть бути змінені. Робочий простір мобільного робота (рис. 3.13, б) визначається інтеграцією в конвеєрні системи і їх границі просторової системи транспортних осей.

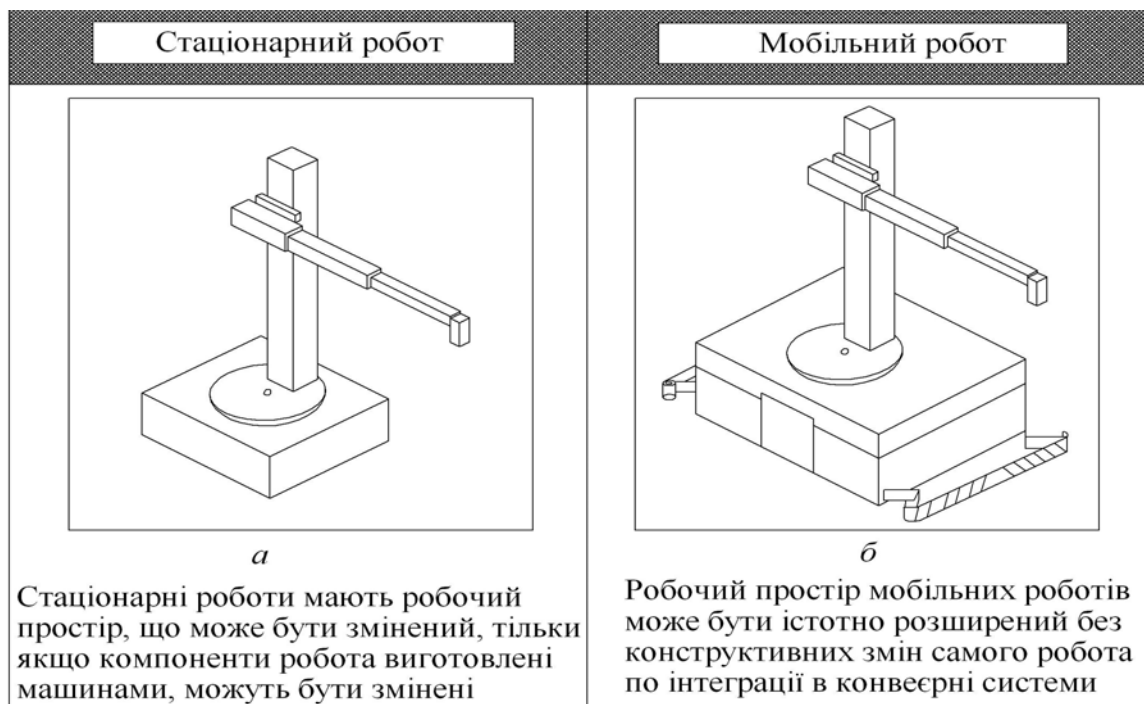


Рис. 3.13. Розмежування робочого простору стаціонарних і мобільних промислових роботів

Для мобільних роботів зміни робочої зони виробляються шляхом перевезень по залізничних коліях і додавання функцій супроводу при русі проводів або інших розширень конвеєрних систем. Мобільний робот з

керівними принципами вільної рухливості використовується за умови дотримання обмежень планування залу з погляду їх свободи пересування.

Стаціонарні роботи можуть увійти в систему промислових роботів як роботи стаціонарної обробки.

Робочий простір. Механічна конструкція роботів може бути подана за допомогою кінематичних ланцюгів, тобто зв'язуючої обертальної та поступальної осей в загальну систему. Це робиться за допомогою просторово-фіксованої системи координат у межах від трьох поступальних осей до трьох осей обертання, щоб розташувати тіло в будь-якому місці в просторі. Таким чином, роботи з більш ніж шістьма степенями вільності визначаються кінематично.

Такі пристрої використовують у складних завданнях обробки (наприклад, у складанні). Насамперед, мобільні роботи за участі транспортних осей часто мають понад шість степенів вільності.

Перші три осі нерухливого робота, а точніше його оброблювач, також називаються основною віссю або віссю обробки, роблять істотний вклад у визначення робочої зони агрегату, завдяки поєднанню в цілому трьох осей обертання (D) або поступальної осі (T) і чотирьох відмінних робочих просторів, які формують основу для систематизації блока обробки й, у тому числі, особливої систематизації стаціонарних роботів (див. рис. 3.12). У табл. 3.29 зображено чотири типові робочих простори стаціонарного робота, а точніше агрегату, де кожна презентація буде доповнена системою зображень і його найменувань осей відповідно VDI 2861 [41]. Проте визначають не тільки кількість обертальних і поступальних осей кінематики, але їх розташування та порядок. Це наведено, наприклад, у табл. 3.29, з типом робота 3, незважаючи на наявність двох осей обертання ані зі сферичним, ані з циліндричним робочим простором, що залежить від розташування двох осей обертання в площині.

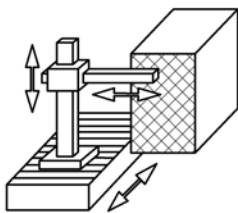
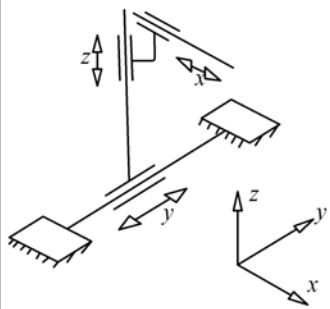
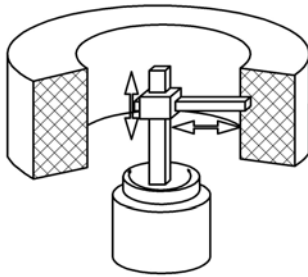
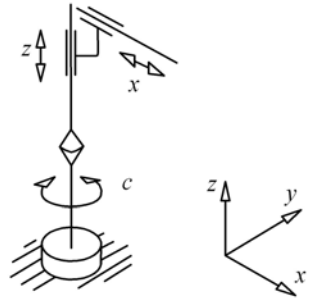
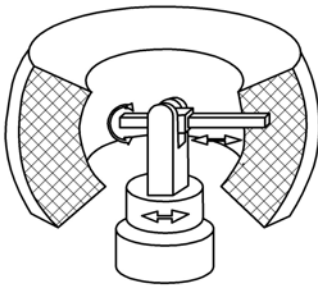
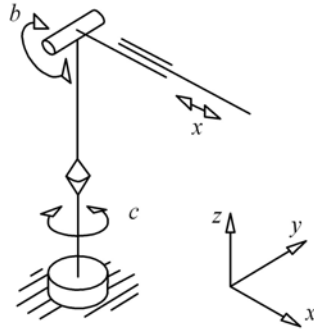
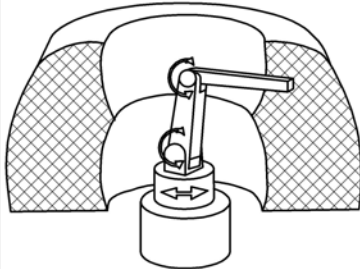
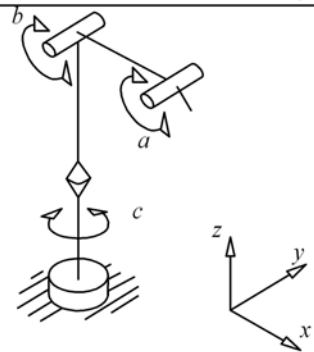
Основні компоненти стаціонарного робота. Промислові роботи, на відміну від типових, складаються з безлічі окремих компонентів. Проте кожний робот може бути скорочений до декількох основних компонентів. Стаціонарний робот має аналоги щодо основних компонентів мобільного робота, що поділяються на такі:

- блок обробки;
- контроль і технології датчиків;
- живлення.

У свою чергу оброблювач складається з декількох окремих компонентів.

Таблиця 3.29

Чотири типові робочі простори промислових роботів з позначенням осей VDI 2861

Варіації трьох основних осей			Робочий простір	Символічне подання й осей (VDI 2861)	
	<i>T</i>	<i>D</i>			
3 Поступальні осі	3	0	Кубічний 	Декартові координати	
2 Поступальні осі 1 вісь обертання	2	1	Циліндричний 	Циліндричні координати	
1 Поступальна вісь 2 осі обертання	1	2	Сферичний 	Сферичні координати	
3 Осі обертання	0	3	Торус 	Спільні координати	

До найважливіших окремих компонентів обробки входять блок приводу, трансмісії, редуктори (тобто керування грейферами та грейферний ківш), грейфер і вимірювальна система.

На рис. 3.14 схематично показані найбільш важливі компоненти стаціонарного робота з їх основними завданнями та їх взаємодією один з одним, що розподіляються з презентацією на поставку енергії у вигляді блок-схеми.

3.4.4.2. Мобільні роботи. Значення мобільних роботів. З розвитком різних головних і другорядних компонентів роботів, а також із появою нових застосувань мобільність роботів набуває дедалі більшої актуальності на шляху до сучасної системи оброблення.

Мобільний робот є сполученою ланкою внутрішньовиробничого транспортування матеріалів між складом, конвеєром і засобами виробництва.

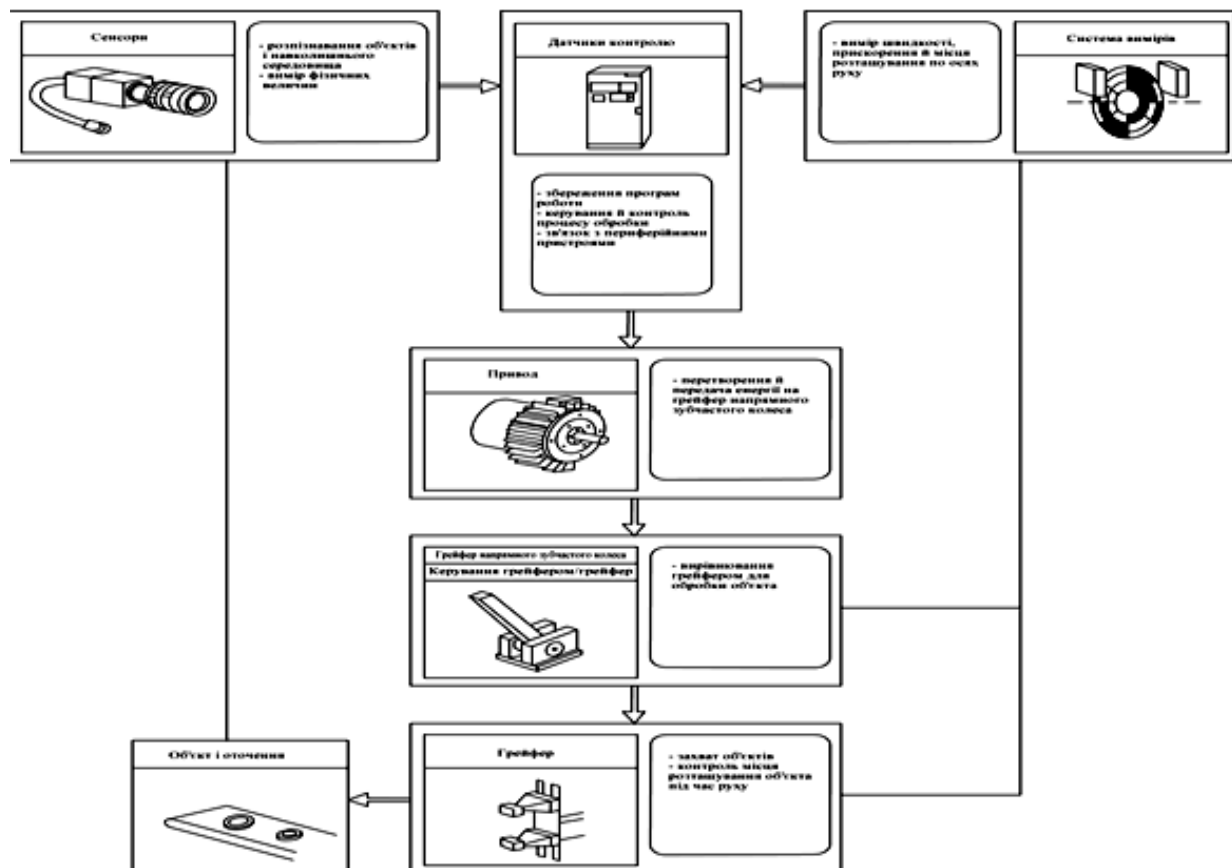


Рис. 3.14. Істотні компоненти робота та їх взаємодія

Необхідні дії між відповідними робочими процедурами в майбутньому можуть проводитися за допомогою мобільних роботів (тут мобільний робот

розуміють як робот-оброблювач, а не робот-транспортувальник), які здатні переміщатися для маніпулювання розташуванням, щоб відредагувати необхідні замовлення, а потім виконувати подальші операції обробки на інших доступних інтерфейсах ланцюга транспортування матеріалів. На рис. 3.15 зображений мобільний робот як сполучна ланка внутрішньовиробничого транспортного ланцюжка.

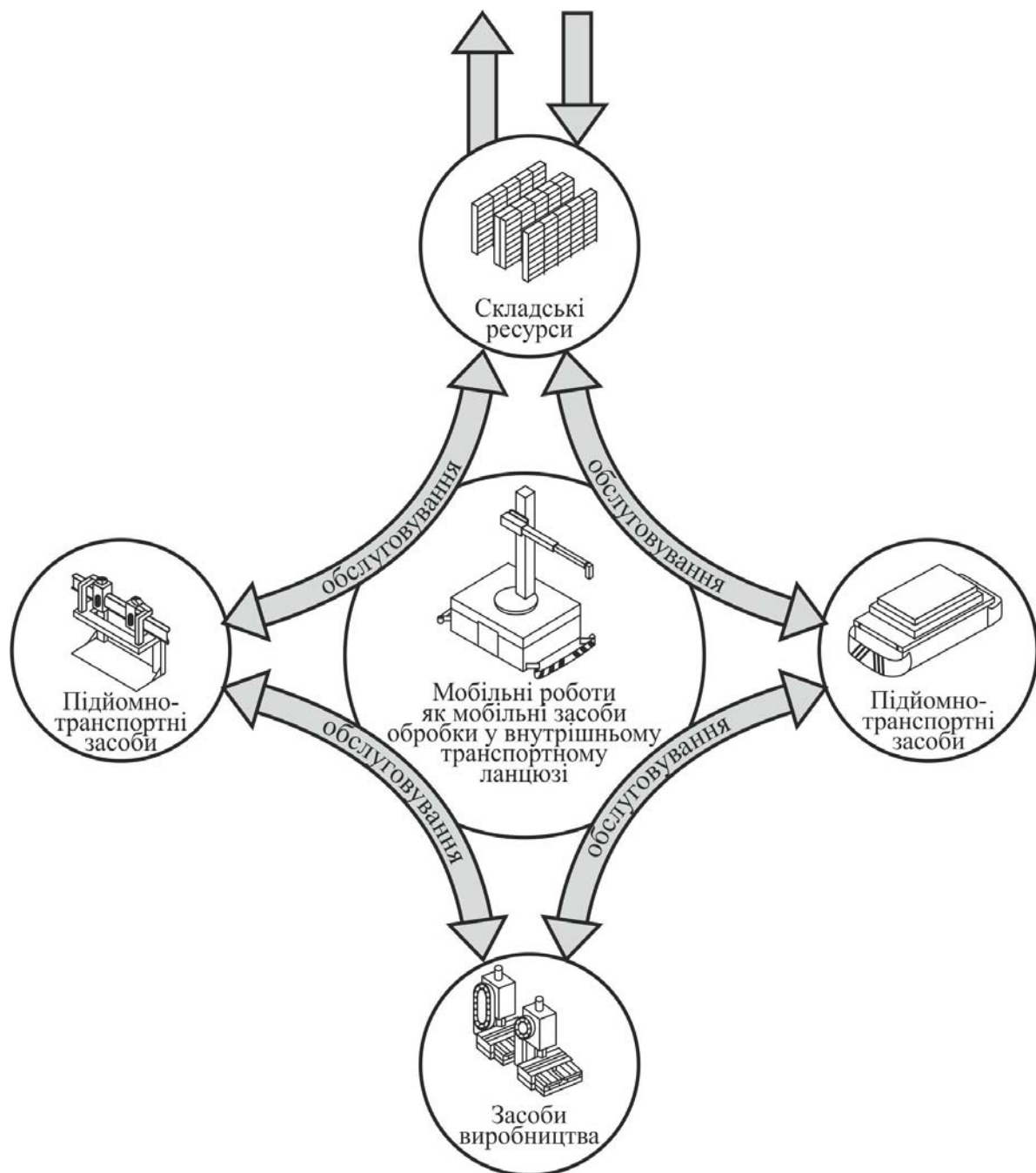


Рис. 3.15. Мобільний робот як засіб маніпулювання в інтерфейсі внутрішньовиробничого транспортування матеріалів

Виходячи із властивостей системи мобільного робота, забезпечується не тільки автоматична і гнучка обробка, але й логістика вимоги до проектування процесу транспортування матеріалів. Досягнення прагнення до зробленої гнучкості виробництва, тобто розмір партії 1, залежить від гнучкого планування та гнучких організаційних структур у ланцюзі транспортування матеріалів. Згідно із цілями логістики (мінімальні запаси, низькі строки поставки, оптимальний сервіс доставки й висока продуктивність виробництва), мова йде не тільки про максимальну потужність засобу виробництва.

Вимоги логістики керування транспортуванням матеріалів з оптимальним засобом виробничих потужностей не може здійснюватися, як правило, за допомогою твердого присвоєння внутрішнього становища різання, де, наприклад, це досягається за рахунок стаціонарних роботів і стаціонарного конвеєра. Важливіше почати з елементів внутрішнього транспортного ланцюга, які доступні для мобільних пристроїв. Гнучкі організаційні структури можуть у цілому бути реалізовані за допомогою мобільних роботів, у яких дедалі більше й більше інтегруються функції зберігання, транспортування, обробки й завершення. Транспортний вузол мобільного маніпулятора робота використовується, насамперед, для обробки завдань маніпулятора.

Умови специфічного упорядкування й транспортування матеріалів у конкретних, тобто транспортних блоках обробки, сьогодні вантажно-розвантажувальні. Рухливість мобільних роботів обробки дедалі частіше використовується на складі, при виборі та палетуванні, а також як засіб подачі. Зазначені переваги мобільного робота перераховані на рис. 3.16.

За допомогою реалізації мобільних роботів для транспортування матеріалів на території заводу стає можливим істотне збільшення гнучкості й автоматизації від закупівлі й виробництва до розподілу, а також може бути досягнуто матеріально-технічне забезпечення інтеграції потоку матеріалу.

Зв'язана по передній осі техніка в системах транспортування матеріалів показує в зразковій формі можливі майбутні структурні зміни у внутрішньовиробничому транспортуванні матеріалів підприємства за рахунок використання автоматичних матеріалів устаткування, автоматичних укладачів і мобільних роботів на базі автоматичних машин обробки.

Тут стає зрозуміло, що тренд переходить від стаціонарних до мобільних роботів.

Наступним етапом на заводі майбутнього є повна свобода, а точніше, можливість вільного пересування мобільних роботів, що можуть бути використані для різних функцій з виробництва, обробки й зберігання.

Принципи мобільності. Є цілий ряд засобів, що можуть бути основою для руху мобільних роботів, наприклад: автоматична обробка; монорейкові

й підвісні дороги; крани-штабелери; автоматичні транспортні засоби розподілу.

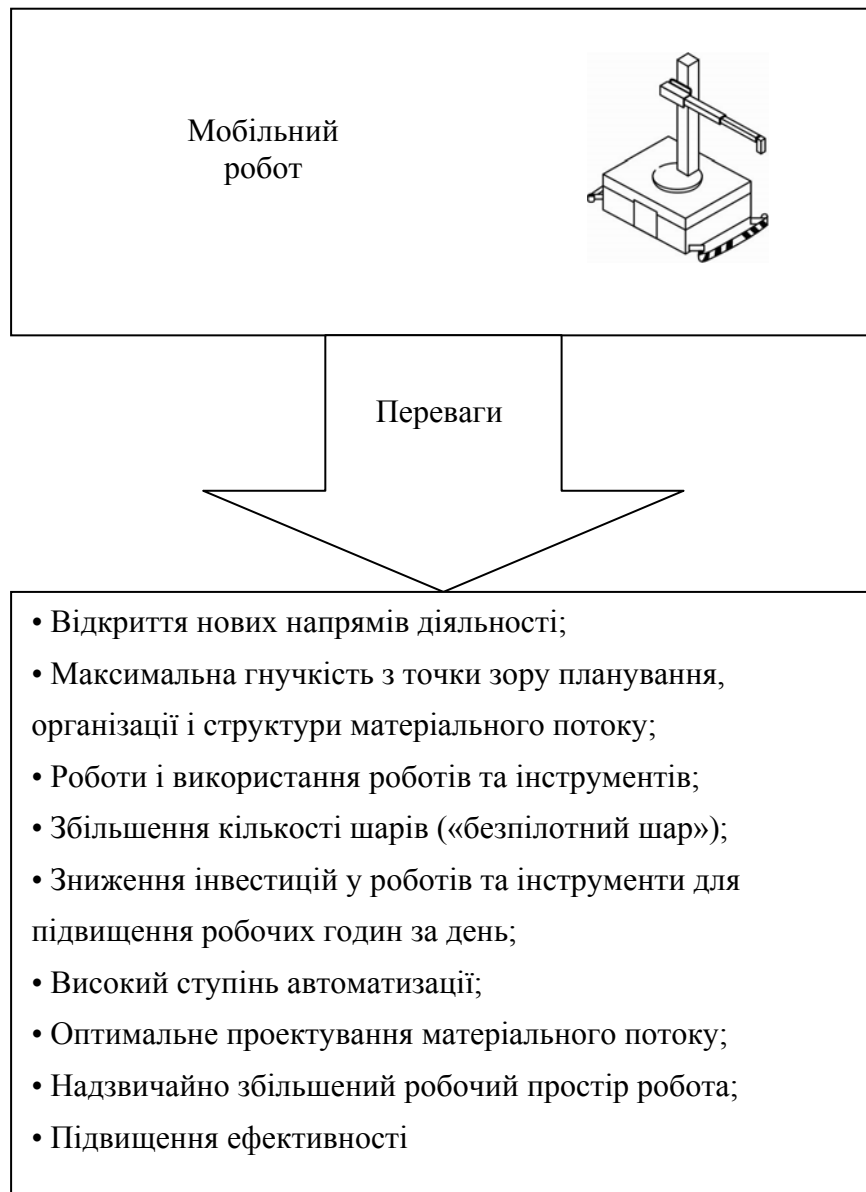


Рис. 3.16. Переваги мобільних роботів

Мобільними роботами можна буде в майбутньому керувати різними способами (рис. 3.17):

– стаціонарний робот, змонтований на платформі стандартним транспортним піднімальним засобом. Піднімальний засіб разом із засобом сприйняття навантаження забезпечують разом з стаціонарним роботом заняття робочої позиції. Під час експлуатації робота піднімальні засоби задіяні для інших технологічних завдань. Після того як робот виконає свою робочу

програму, його піднімуть і перенесуть на інше робоче місце за допомогою піднімальних машин. Цей принцип мобільності охарактеризований порівняно незначними витратами на конструктивні зміни в одиниці керування й транспортній одиниці, оскільки процес керування на робочій станції забирає порівняно небагато часу.

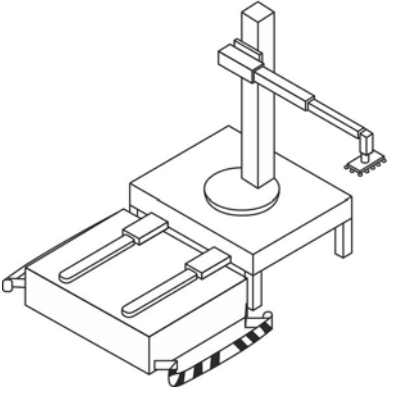
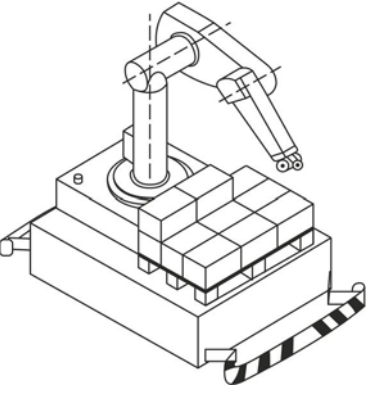
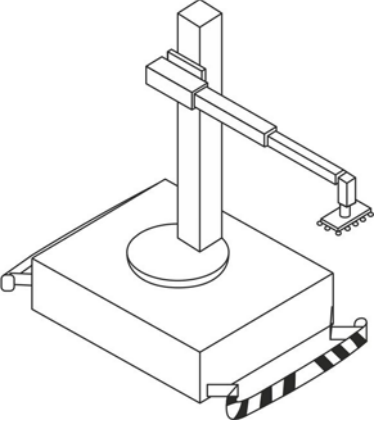
		
<p>Транспортування стаціонарного робота, який знаходиться на робочій станції, і приводу конвеєра</p>	<p>Взаємодія конвеєрних і стаціонарних роботів у єдиній системі</p>	<p>Інтегрований мобільний робот зі спеціально розробленими і координованими компонентами системи</p>

Рис. 3.17. Шляхи мобільності індустриальних роботів

Для випадків, коли рухомі роботи повинні проводити роботи на робочих станціях за короткий проміжок часу, вигідно використовувати роботів і піднімальні машини в тандемі. Основні можливості мобільних роботів:

- загальноприйнятий на ринку піднімальний засіб міцно зв'язується зі звичайним стаціонарним роботом. Тут траси керування можуть бути незначними, наприклад як поверхня для транспортування транспортної одиниці, крім того існують можливості транспортування матеріалу за допомогою рухомих роботів. Цей принцип мобільності можна класифікувати як менш вигідний, оскільки можливості застосування мобільних роботів за звичайними стандартами з конструювання вичерпані тільки частково;

- мобільні роботи розраховуються як інтегровані засоби керування, чії компоненти систем настроєні спеціально під мобільність роботів. Це значить, що транспортна одиниця керування, розподіл і датчики, так зване інженерне забезпечення для спектра завдань мобільних роботів були адаптовані й унікалі ненаукових рішень через відмову будівельних елементів. Цей

принцип мобільності робота буде в майбутньому цікавим для різних одиничних випадків.

Поступальне пересування рухомих роботів у внутрішньовиробничій технологічній системі має бути гарантоване завдяки підходящій маршрутній мережі:

а) мобільний робот натрапляє на труднощі тільки на тому шляху, що не використовується іншими піднімальними засобами;

б) мобільний робот їздить по шляхах, які він може використовувати з іншими піднімальними засобами;

в) мобільний робот в змозі при підходящих навігаційних датчиках, що разом з іншими піднімальними засобами використовують шлях, може покинути й пізніше може знову відновити хід.

У майбутньому буде також актуальним пересування мобільного робота з дотриманням інструкції з безпеки, виконуючи процеси керування не тільки в стані спокою, а й у русі.

Основна складова мобільних роботів. Рухомі роботи, складаються з чотирьох основних компонентів (рис. 3.18): керування, транспортних одиниць (наприклад автоматичні навантажувачі, електричні підвісні дороги, крани-штабелери, автоматичні транспортні розподіляючі засоби), керування й датчиків, а також джерела енергопостачання. Останні будуть забезпечені рухомими роботами, на базисних автоматичних навантажувачах – як правило, акумуляторами.

Рухомі роботи зроблені на базі електричних підвісних доріг або кранів-штабелерів, мають потребу в електропостачанні транспортних одиниць. Також існують рішення з інтегрованим енергопостачанням через акумулятори. Подальший розвиток всіх чотирьох названих компонентів буде проводитись для роботів інноваційними методами, які будуть базисом для широкого втілення роботів, що рухаються, на фабрику майбутнього.

3.4.4.3. Області застосування в технології. Стаціонарний технологічний робот використовується сьогодні в першій лінії палетизації/депалетизації, монтажу, а також обслуговування машин і їх рухомих зчеплень, роботи проте знайдуть у наступних роках в області збору, обслуговування машин і їхнього зчеплення, розфасовки, як і в завантаженні й вивантаженні. При цьому будуть сконструйовані дедалі більш рухомі роботи конвеєрним способом.

Індуктивне керування через натягнутий дріт і рейки будуть застосовувати в майбутньому, насамперед, через простоту досягнення мобільності індустриальних роботів.

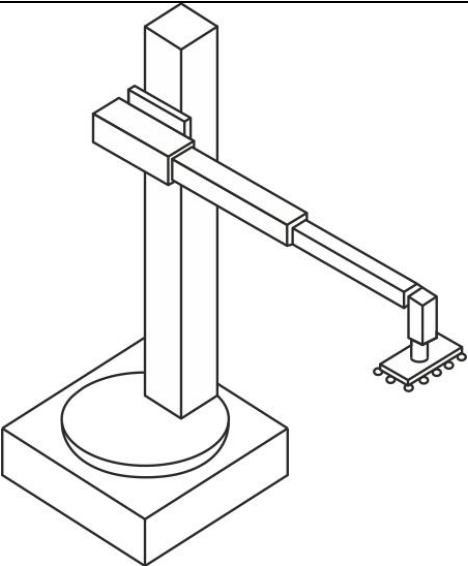
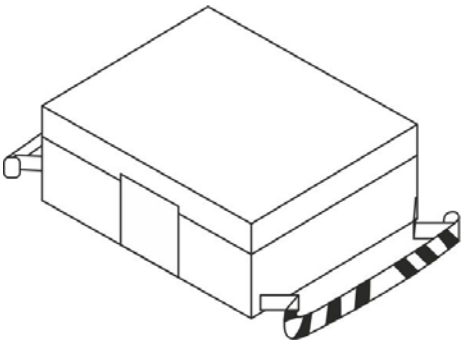
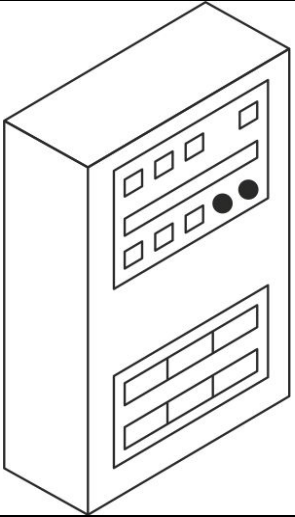
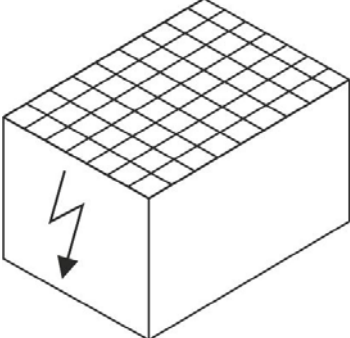
	
Маніпулятор	Транспортна одиниця
	
Керування та датчики	Джерело живлення

Рис. 3.18. Основні компоненти мобільного робота

Надалі будуть обговорюватися спеціальні властивості виробничих роботів в обраних технологічних галузях, як і нині будуть представлені заодно реалізовані типи роботів. Варто взяти до уваги те, що наведені типи роботів, як правило, можуть бути використані не тільки для названих діяльностей. Найчастіше можливе широке й гнучке застосування для різних управлінських завдань.

Роботи в палетизації і депалетизації. Різні виробничі галузі, як наприклад хімічне виробництво, питне або виробництво будівельних матеріалів,

базується в більшості випадків на робочому персоналі або автоматах для палетизації і депалетизації. Майбутнє завоюють роботи значення яких зростає по наведених нижче причинам:

- роботи є більш гнучкими, ніж автомати і тому можуть охоплювати широке коло завдань;

- роботи звільняють людей від важкої фізичної роботи й роблять великий вклад у гуманізацію роботи;

- для укладання маленьких і середніх штабелів на робочих місцях автомати для палетизації та депалетизації не навантажуються надмірно. Тут можуть використовуватися роботи.

Роботи для палетизації й депалетизації розташовані в більшості випадків стаціонарно, і застосовуються у піднімальних засобах. Застосування рухомих роботів також можливо, коли укладаються в штабелі різні робочі площадки. Роботи для палетизації повинні використовувати матеріали з великою вагою і можуть показувати дуже високу швидкість, щоб обидві названі альтернативи людина – машина власне кажучи могли конкурувати. Висока точність розміщення не завжди дійсно необхідна. В табл. 3.34, тип 2 наведено стаціонарний робочий робот для палетизації, що показує циліндричний робочий простір. Цей робот може, звичайно під транспортною одиницею, так само застосовуватись у складанні (порівняння з табл. 3.34, тип 11).

Роботи для монтажу. Площадка, призначена для автоматизації монтажу, оснащується роботами і набуває зростаючого значення.

Важливі властивості роботів для монтажу є порівняно незначними з максимальною вагою керування, їх великою швидкістю щодо невеликого робочого простору та їх високою точністю розташування. Нові розробки свідчать про прямий стимул їх застосування без передавального механізму для скорочення інерційної маси. Найчастіше використовуються роботи з багатьма осями обертання, як наприклад, SCARA-Робот (Selective Compliance Assembly Robot Arm). При цьому будуються через розташування осей обертання в площині циліндричного робочого простору. Підтримкою стане застосовність роботів для монтажу через спеціальний грейфер, альтернативний грейфер і сенсорик системи. У табл. 3.34 зображені роботи 1, 3 і 5 типу монтажних роботів.

Роботи для складання. Складання являє собою дотепер ще не закритий пробіл автоматизації. Проблеми полягають у виготовленні якісного товару, а також, у керуванні й у потрібній системі складання. Із цих причин сьогодні не так рідко зустрічаються рішення про складання роботами. Для тих товарів, що мають труднощі складання, застосовують дорогу сенсорну техніку і складний протокол складання.

Мобільні роботи (рейкові роботи) можуть бути виконані в майбутньому з можливістю вищого керівництва (управління) по складанню великих об'єктів (упаковок) комплектуючих (у порівнянні з табл. 3.34, тип 11) або для маленьких упаковок – у фармацевтичній індустрії. Але так само типи роботів 6, 13, 18 і 20 (табл. 3.34) мають привілейоване складання. Великий прорив робототехніки в складанні може бути успішним тільки після високорозвинутої сенсорної системи (обробка зображень) і в персональному комп'ютері збереженої інформації через положення товару й інформації (так звана пам'ять).

Роботи для завантаження й вивантаження

Процес завантаження і вивантаження на складі реалізується дотепер людьми або автоматичними піднімальними засобами. Рішення з роботами набуде у цій сфері в майбутньому важливості, там де мається доступ захоплення до сховища в глибині стелажу. Якщо доступу немає, то процес може й не відбудеться. Упорядковане виготовлення, стандартна форма упаковки й незначна похибка становлять тут припущення для застосування роботів.

Для обслуговування сховища в майбутньому будуть використувувати дедалі більше й більше мобільних роботів, так званих мобільних обслуговуючих роботів і транспортувальних роботів. Сюди також відносять кран-штабелер з телескопічними вилами, мобільний робот для навантаження й розвантаження, а також осі, що вільно програмуються (див. табл. 3.34, тип 9). У цьому випадку у передній частині транспортного робота є дві транспортні й вантажно-розвантажувальні осі. Як транспортний робот для роботи на складі і автоматичного штабелювання може використовуватися й автоматичний укладач (див. табл. 3.34 тип 10). Наведемо приклади, що являють собою перше покоління мобільних роботів для навантаження й розвантаження:

- муфта комерційного крана-штабелера з порталним роботом для використання у зберіганні контейнера;

- взаємодія електричної монорейки та піднімальних пристроїв, що використовуються у плоских складах;

- взаємодія крана-штабелера й автоматичного розподілу візка для повністю автоматичної роботи багатоярусних складів і стелажів. Тут відображено вісь крана-штабелера й обертову вісь системи автоматичного розподілу транспортного засобу транспортних осей рухомого робота, в якому є транспортні осі системи автоматичного розподілу транспортного засобу. Оснащена двома степенями свободи телескопічна вилка автоматичного розподілу транспортного засобу є одиницею обробки рухомого робота. Оскільки тільки дві осі обробки (однак, три транспортні осі) присутні в цій системі, це насамперед транспортний робот, що виконує просторовий рух.

Роботи для обслуговування й конкатенації машин. Обслуговування та конкатенація машин відбивають типову сферу завдань для мобільних, а також стаціонарних робіт для транспортування матеріалів. Тут має місце шанс, що робочий персонал буде вилучений з робочого ходу машини й існуватиме повністю автоматизований потік матеріалу на всіх рівнях з метою поліпшення конкурентної ситуації компанії.

У табл. 3.29 за допомогою робіт 2, 4, 6 і 7 зображено типові стаціонарні роботи для обслуговування й конкатенації машин. У той час як типи 2 і 4 запропоновані для роботи пресів, типи 6 і 7 переважно використовують для роботи верстата. Площадкові порталні роботи в цьому випадку мають, на відміну від лінійних порталних робіт, більшу робочу зону й навіть можуть обслуговувати більше машин.

Але розвиток мобільних робіт уже можна використовувати для обслуговування й конкатенації машин, оскільки особливо для верстатів останнім часом працюють мобільні роботи на базі автоматичних машин і на основі електричної монорейкової системи, (див. табл. 3.29, типи робіт 12, 13 і 20). Тип робота 12 являє собою лінійно спонукуваного й індуктивно керований мобільний робот, що перевозить цілий ряд інструментів. Це забезпечує покрокове обертання для точного позиціонування маніпуляційного блоку з палітрою інструментів для установки в нижній конус. На відміну від цього, тип 13 може бути використаний нелінійний, інтегрований, мобільний робот що двовимірно переміщається по землі.

Уже сьогодні мобільні роботи використовуються в промисловості на основі автоматичної перевалки під час навантаження робочих засобів для виробництва мікрочипів.

3.4.4.4. Вимоги до робіт з транспортування матеріалів. Порівняно з прикладом зварювального робота, дотепер відносно рідко реалізують використання робіт з транспортування матеріалів через високі вимоги до подібних пристроїв. Таким чином, впливають основні властивості для успішного використання робіт з транспортування матеріалів:

- великий робочий простір і /або мобільність.

Вимоги, пов'язані із системою з транспортування матеріалів, передбачають великий робочий простір; крім того, роботи повинні бути щонайбільше мобільними. Рухливість робота може здійснюватися або за допомогою спеціального пристрою, що переміщає робота й поміщає його в робочу станцію, або може бути виконана роботами з незалежною системою пересування. Принципи легкого будування можуть надати мобільності великого імпульсу;

- швидкість.

Роботи є визначальним елементом у транспортуванні матеріалів, оскільки потужні й швидкі роботи можуть бути використані в економічному плані;

- Периферія і датчики в робототехніці.

На сьогодні у транспортуванні матеріалів повинні бути підраховані передбачені товари з великим терміном зберігання. Таке становище може бути встановлено тільки за допомогою периферійних пристроїв або за допомогою спеціально розроблених систем датчиків;

- адаптоване програмне забезпечення й потужне апаратне забезпечення.

Циклічні операції руху в транспортуванні вантажу є умовними. Часто змінювані послідовності руху, наприклад, під час складання, потребують індивідуальних програмних модулів і швидких засобів керування для реалізації необхідних швидкостей;

- підходящі грейфери та системи зміни грейферів.

Різні розміри й форми для товарів і пакетів, що використовуються, потребують спеціально настроєних маніпуляторів, таких як грейфер із присосками, магнітний грейфер, що захоплюючий грейфер та ін. Системи зміни грейферів передбачають швидку автоматичну зміну грейфером для можливості обробки таким способом різних вантажів.

Тенденції розвитку роботів у транспортуванні матеріалів

Як основні тенденції і як попередню умову для широкого використання роботів у процесі транспортування матеріалів розглядають такі пункти.

Гнучкість рішень для логістики й транспортування матеріалів збільшується великою мірою завдяки рухливості робота; мобільні роботи є важливими блоками логістики на заводі майбутнього. Збільшення дослідницької діяльності на мобільних роботах має забезпечувати необхідну основу. Мобільні роботи використовуються, залежно від застосування, як інтегрований пристрій або в поєднанні з іншою підтримкою. Транспортний вузол рухливого робота може бути зав'язаний на передній частині, підвищений або переміщатися незалежно.

Рухливий у передній частині мобільний робот може бути реалізований, наприклад, на підставі автоматичної обробки, а потім інтегрований в існуючі системи автоматичних машин. У вантажно-розвантажувальних роботах, таким чином, здійснюється мобільними роботами оброблення, транспортування матеріалів автоматичних машин. Метою в багатьох випадках є свобода, тобто вільні можливості пересування.

У середньостроковій перспективі будуть існувати дедалі більше підприємств, у яких буде здійснюватися індуктивне керівництво, щоб мати справу із завданнями оброблення й керування з технічної точки зору, також

це буде доречно ще з погляду вартості. Перевагами незалежно поєднаних мобільних роботів є просторовий поділ, переміщення й обробки рівня цеху й у гарній доступності обох засобів виробництва для персоналу, а також інструмента й діючих протоколів для мобільного робота. Незалежно поєднані й підлогово переплетені мобільні роботи забезпечують, порівняно з підвищеними мобільними роботами, більш низькі бар'єри для внутрішніх матеріалів, однак підвищені мобільні роботи дуже добре використовуються в роботі командою.

Кінематична структура й кількість осей робота адаптується до вимог процесу зі специфічними процесами вимог. Використання модульних систем створює велику кількість пристроїв, які відповідають цій вимозі. Для мобільних роботів це означає поступову інтеграцію осей і, отже, функції обробки в розвантаженні. В табл. 3.30 наведено приклад того, як автоматична вантажівка може прийняти вантаж шляхом інтеграції обробки осей різних завдань у матеріалі. Таким чином, модульні, мобільні робототехнічні системи можуть бути спеціально адаптовані до відповідних завдань обробки.

Легка конструкція зі сприятливим співвідношенням ваги нетто для завантаження та, як наслідок, скорочення споживання енергії дають зокрема мобільним роботам новий імпульс. Нові матеріали, такі як вуглецеве волокно, підсилюють цей ефект.

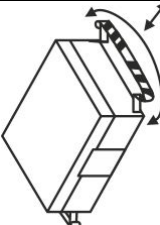
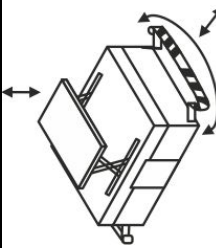
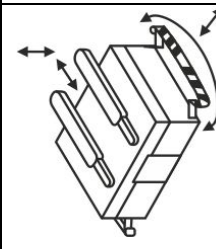
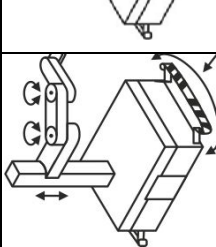
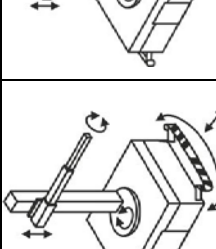
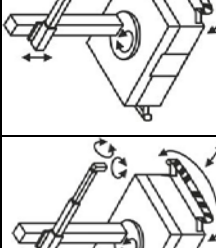

Використання потужних контролерів (32-розрядна система) і відповідних датчиків (наприклад, ПЗС-камери) будуть представлені економічно в найближчі роки.

Правила техніки безпеки будуть адаптуватися до технологічного розвитку. Так суто програмно керовані запобігання зіткнень робочих кадрів і ресурсів обробки зображень, ультразвукової, лазерної або радарної безпеки не зникають. Тенденцією в сфері мобільних роботів є повна інтеграція навігації та безпеки датчиків. Єдина система датчиків дозволяє зробити водіння за визначенням курсу людським оком, а також уникнути можливих зіткнень мобільного робота при русі й оберті.

Мобільні роботи освоюють різноманітні й нові застосування в плані транспортування матеріалів, що часто підходить тільки частково для стаціонарних роботів.

Розвиток не зупиняється навіть відносно периферійних пристроїв для роботів. Тут мається на увазі, зокрема, прогрес у сфері комп'ютерних технологій і передачі даних для виконання. Таким чином, контролер робота з технологією контролю інформації буде інтегрувати в майбутньому в інформаційну мережу весь матеріал процесу транспортування матеріалів. Це може здійснюватися по локальній мережі (LAN), з використанням кабельного з'єднання та інфрачервоних сполучних елементів.

Таблиця 3.30
Можливості для вмикання обробки і передачі функцій бази автоматичного підйомно-транспортного обладнання

							
Кількість осей (осей роботів)	2	3	4	5	6	7	8
Осі транспортування	2	2	2	2	2	2	2
Використання осей	0	1	2	3	4	5	6
Основне завдання	Транспортування (транспортний робот)	Транспортування (транспортний робот)	Транспортування (транспортний робот)	Маніпулювання (робот-маніпулятор)	Маніпулювання (робот-маніпулятор)	Маніпулювання (робот-маніпулятор)	Маніпулювання (робот-маніпулятор)
Типовий випадок використання	Транспортування важких вантажів. Підтримка завантаження з додатковими засобами обробки	Транспортування вантажів за допомогою додаткових засобів. Підтримка навантаження з керуванням під підвищенням навантаженням і наступним підйомом	Транспортування вантажів на піддонах. Прикріплення навантаження шляхом телеопіювання вил під піддон із наступним рухом підйому	Перевалювання вантажів з високою пропускною здатністю	Обробка класифікованих передбачених упаковок товарів, бажано пакетів, для наприклад, для складання.	Обробка заготовок та інструментів для роботи машини і конкатенації	Обробка упаковок товарів у складній послідовності рухів, наприклад, при складанні

Ведучий сполучний елемент підключається безпосередньо до контролера робота, інфрачервоні сполучні елементи забезпечують надійний бездротовий зв'язок з мобільними роботами. Таким чином, стаціонарні й мобільні роботи в майбутньому можуть контролюватися за допомогою прямих ліній або через Ік-Порт передачі даних із централізованим керуванням і з іншими системними елементами, зв'язаними в інтегровану інформаційну мережу для транспортування матеріалів.

3.4.5. Критерії вибору й порівняння систем

Важливі параметри стаціонарних роботів. Безліч альтернативних рішень для кожного компонента робота та численність варіантів роботів не дозволяють коротко подати всі рішення, доступні на ринку. Це також стосується табличних показників, даних про продуктивність і вартості різних стаціонарних роботів. Ціна варіюється від 10 000 до декількох 100 000 DM за робота, з якої периферійні витрати становлять значну частину. Тут є правило, відповідно до якого повинні бути встановлені співвідношення між роботами та їх периферійною вартістю 1:1. У зв'язку з цим заява для мобільних роботів, через відсутність практичного досвіду, сьогодні практично не можлива.

Спеціальні дані про продуктивність для типів роботів не можуть бути зазначені універсально. Проте через деякі типові дані й характеристики роботи можуть класифікуватися як поточні. Ці розміри, як правило, належать до вимірних розмірів самого робота, а з іншого боку, являють собою спеціальні дані контролера робота, що значно впливають на автоматизацію й витрати. В табл. 3.31 наведено важливі параметри контролерів і роботів. Однак зазначені параметри дійсні тільки для стаціонарних роботів. Для мобільних роботів у цей час немає універсальних параметрів, оскільки ринкові системи пропонують тільки виняткові випадки. Більшість із них – мобільні роботи-прототипи. Проте деякі з перерахованих параметрів так само можуть бути важливими для мобільних роботів.

Вільний доступ. При купівлі робота та його контролера необхідно звертати увагу на вільний доступ. Не кожний виробник пропонує контролерів й роботів окремо. Приблизно 30 % промислових реалізацій повинні спільно здобувати обидва елементи.

Кількість осей. Кількість робочих осей (осі обертання й зрушення) приводять до створення певного руху робота й до типового робочого простору. Периферійні пристрої, що володіють певними можливими рухами (наприклад, затискачі у зварюванні), не є осями робота. Контролер може керувати тільки максимальною кількістю осей робота.

Важливі величини контролера й роботів

Робот	Контролер
Вільний доступ	Вільний доступ
Кількість осей	Кількість осей, вид керування
Керування вагою	Тип пам'яті
Форма робочого простору	Простір:
Величина робочого простору:	– кількість кроків
– у цілому	– К-байт
– для кожної осі	– програмна пам'ять
Вимоги з розміщення	Вид програмування
Постійне навантаження	Вкладення
Тип приводу	Кількість вільних параметрів
Джерело живлення	Кількість входів і виходів:
Швидкість осей	– цифрові
Прискорення осей	– аналогові
Швидкість переміщення	Інтерфейс
Точність позиціонування	
Стабільність повторень	Інтерфейс сенсорів
Точність переміщень	Протокол передачі даних
Дозвіл системи розпізнавання	

Керування вагою. Максимальна робоча маса – це припустима сума ваги захоплювача й ваги обробного об'єкта. Оброблювана вага має розумітися як орієнтовний розмір, при якому робот може забезпечувати необхідну точність позиціонування без перерегулювання.

Форма робочого простору. Форма робочого простору значною мірою визначається розташуванням і типом робочих осей. Варіації цих параметрів видають чотири основних види робочого простору: кубічні, циліндричні, сферичні й тороїдальні. Складність процесу обробки вимагає ухвалення рішення для конкретної робочої ділянки.

Розмір робочої ділянки. Важливою характеристикою робота є розмір усього його робочого простору, а також здатність руху кожної окремої осі. Наприклад, деякі осі виділяються для процесу обробки (головні осі), у той час інші є другорядними. Крім того, необхідно також враховувати простір і потужність кожної осі. Неможливо визначити пряму залежність між максимальною вагою та розміром робочого простору.

Вимоги до простору. При розробленні рішення для автоматизації необхідно враховувати вимоги до простору робота й розміру його робочого

простору. Ці дані повинні дотримуватися, зокрема, для безпеки. Розмежування на рівні підвищених або додаткових витрат може надавати особливу допомогу в процесі планування і для запобігання проблем у внутрішній технології.

Вантажопідйомність. Немаловажне значення – вантажопідйомність робота та його маніпулятора. Він впливає на надійність мобільного робота й можливість установки робота (стоячий, лежачий, підвішений). Власна вага робота також має досить значний вплив на економічну ефективність спеціальних мобільних роботів. Так, зниження ваги може істотно знизити споживання дорогої енергії акумулятора.

Тип приводу. Двигун роботів зазвичай є електричним, але також використовуються пневматичні й гідравлічні рішення. Крім того, можливі гібридні приводи, тобто змішання трьох зазначених вище типів. Пневматичні приводи часто є економічними для простих конструкцій і високих швидкостей. Недоліками є низька точність позиціонування й незмінні швидкості осей.

Уникають гідравлічних приводів через їх високу вартість і високі витрати. Гідравлічні приводи дозволяють використовувати високі сили й моменти в обмеженому просторі.

Через просте джерело живлення й різні типи двигунів, ця форма приводу використовується переважніше. Дуже часто добре керованими є серводвигуни постійного струму, рідше використовують відносно недорогі крокові двигуни. Останнім часом також дедалі частіше зустрічаються приводи з обертовими серводвигунами.

Споживана потужність. Для визначення енергії споживаної потужності робота повинні бути відомі деякі дані. Для пневматичних пристроїв тиск подачі в бар і швидкість потоку є важливим чинником, тому що експлуатаційні витрати залежать насамперед від споживання стисненого повітря. При роботі електричного й гідравлічного пристрою споживана потужність у ватах дається.

Швидкість осі. Швидкість обертання осі не збігається зі швидкістю конвеєрної стрічки. Вона оцінює швидкість обробки кожної осі в м/с або °/с.

Прискорення осі. Це значення має бути відомо для кожної осі робота. Для того щоб працювати економічно, кожне прискорення осі робота повинно бути відносно високо.

Швидкість конвеєрної стрічки. Ця величина є сумою всіх швидкостей, обмірюваних на осі кінцевого захоплювача або грейфера. Інструкції виготовлювача повинні бути перевірені, щоб побачити, чи була швидкість руху по траєкторії обмірювана з вантажем або без нього. Швидкість конвеєрної стрічки є змінною, тому повинна вирішуватися на рівні керування від точки до точки, а також із контролем шляху. Тобто це також в РТР і МР-Керуванні (див. керування) називають конвеєрною стрічкою.

Позиціонування. Максимальне відхилення між фактичним положенням і попередньо заданим положенням, як правило, називають позиціонуванням у міліметрах. Що стосується інтерпретації цього значення, необхідно звернути увагу на те, чи була обмірювана ця інформація під номінальним навантаженням або без нього, як правило, варто застосовувати для обробки максимальну вагу – додаткова плутанина цієї фрази виникла в різних визначеннях і різних системах керування й видах приводів.

Для того щоб визначити й класифікувати позиціонування (власне позиціонування) потрібні різні параметри (середній діапазон зміни позиції, середня помилка розвороту та ін.). До того ж позиціонування залежить від багатьох специфічних параметрів робота.

Стабільність. Максимальне відхилення дійсного положення до ідентичного під час частих пусків позиції цілі згадується як стабільність робота (див. позиціонування).

Точність траєкторії. Ця величина береться до уваги тільки в роботах, керованих конвеєрною стрічкою. Це є мірою точності, з якої попередньо запрограмований шлях відслідковується роботом. Для визначення цього параметру характерними є такі значення, як середня довжина шляху, середня орбітальна відстань, середня помилка округлення й середня помилка перерегулювання. Точність шляху залежить від швидкості й від ваги.

Дозвіл вимірювальної системи. Кожна вісь робота потребує системи виміру, що може бути або цифровою, або аналоговою. З резолюції вимірювальної системи й відповідного передаточного відношення залежить, наскільки малими кроками й, таким чином, найменш можливими рухами (див. позиціонування), можна повернути вісь.

Траверса з аварійною зупинкою. Для систем безпеки траверса з аварійною зупинкою є важливим чинником, який необхідно враховувати в спеціальних гідроприводах, які не оснащені гальмами з електроприводами.

Важливі параметри контролера робота:

- вільний доступ до важливих параметрів роботів;
- кількість осей – важливий параметр роботів.

Тип керування:

- позиційне керування;
- багатопозиційне керування;
- керування траєкторією (контурне).

Позиційне керування – це найпростіший вид керування. Якщо між двома послідовними точками програма не знаходить координат осей, шлях не визначається. Застосовується в керуванні простими завданнями в обслуговуванні машини або при укладанні на піддони. Багатопозиційне керування, де безліч точок нагадує контурне керування, використовується для складних рухів, наприклад, нанесення покриття або розпилення фарби.

Контурне керування використовують там, де потрібна траєкторія шляху, наприклад, для електродугового зварювання або склеювання. Керування набуває проміжного значення між двома запрограмованими точками, причому застосовуються різні комплексні види інтерполяції. Цей винахід є сучасним видом аналогового руху в комп'ютерних технологіях. Завдання керування виконуються точніше при контурному керуванні.

Види пам'яті. Види пам'яті поділяються на два основних класи: аналогова й цифрова пам'ять. Найстаріша й проста програмувальна пам'ять являє собою аналогову пам'ять у вигляді кулачкових і вигнутих барабанів. Оскільки вона застосовується у вузьких ділянках і має малий об'єм пам'яті, то завдання керування обмежені; сьогодні скрізь, майже без винятку, використовується цифрова пам'ять (наприклад, магнітні стрічки й диски).

Об'єм пам'яті. Величина пам'яті описується різними параметрами. Можна подати об'єм пам'яті через кількість можливих програмувальних кроків, через подання даних у кілобайтах або через кількість збережених програм і підпрограм. Лінеаризувати залежності всіх величин не часто вдається.

Способи програмування. Можливість зменшення витрат програмування є основою для автоматизації, це зменшить час простою роботів до мінімуму.

Залежно від способу й типу керування розрізняють такі види програмування:

- ручне програмування за допомогою діодної матриці (аналогове керування);

- програмування через введення точок і зберігання (цифрове керування як навчання програмуванню);
- програмування руху по контуру (багатопозиційне керування);
- програмування на мовах програмування (офлайн-програмування);
- програмування через систему автоматичного проектування (CAD) (графічне програмування, також онлайн-програмування);
- онлайн-програмування.

Перші три види програмування використовують для прямого введення координат, у той час як останні три дають можливість використовувати роботів без простою. Програма в підсумку повинна бути відрегульована. Програмування на мовах програмування або CAD-система (графічне програмування) з огляду на збільшення обчислювальної потужності набуває дедалі більше застосувань. Графічне програмування візуально дозволяє досліджувати зразок прямо на екрані, часто це тривимірні моделі й моделі зіткнень. В офлайн-програмуванні роботом управляє внутрішня структура програми, що порівнює інформацію. Наприклад, у ній утримується команда «їхати з пункту А в пункт Б», координати пункту А і Б задають у режимі офлайн. Цей вид програмування добре підходить для навантажувальних робіт, де необхідно постійно міняти координати.

Це, наприклад, випадок введення в експлуатацію. Програмування через введення точок або через завдання шляху називають так само навчальним програмуванням

Кроковий розподіл. Створення структури програм означає розкласти використовувані операції на одиничні, завжди повторювані певні дії, використовуючи внутрішні програми. Кроковий розподіл визначає припустиму роздробленість підпрограми. Кроковий розподіл програм-роботів може потребувати багато часу для обчислень через безліч програмних переходів, тому це сповільнює дії робота.

Кількість вільних параметрів. У програмі втримуються величини не тільки постійні, але й інші залежні параметри. Необхідно звертати увагу на кількість можливих вільних або залежних параметрів, що використовуються в контролері робота, при виборі керування.

Кількість входів/виходів. Зі збільшенням використовуваних сенсорів, важливим параметром стає кількість цифрових та аналогових входів і виходів. Ця величина є мірою інтелектуального керування, за допомогою цілого комплексу обробки й запису оброблених даних досягається взаємодія з оточенням.

Інтерфейс. Для взаємодії з оточенням контролер робота обладнують інтерфейсом, на вид вигляд якого потрібно звернути увагу при виборі контролера робота. Застосовують серійні інтерфейси, такі як наприклад V24/Rs 323/422, а також паралельний centronics – інтерфейс

Інтерфейс датчиків. Для підключення до сенсорів контролер робота обладнують спеціальним інтерфейсом датчиків. Розрізняють контролери роботів також за кількістю датчиків

Протокол передачі даних. У межах діяльності досягнення комп'ютерної інтеграції у виробництво (СІМ – комп'ютеризоване інтегроване виробництво) надходить протокол передачі даних (комп'ютеризована логістика в компанії). Так само керування роботами – майбутнє в СІМ-концепті інформаційного інтегрування. Мар-стандарт (протокол автоматизації виробництва) і/або IEEE-стандарт (інститут електроніки й електронної інженерії) уже пропонуються на деяких контролерах роботів.

Система порівняння. З огляду на розмаїтість типів роботів і устаткування, а також різні параметри додатка, у табл. 3.32 показано, як правило, зосередження найбільш важливих вимог, що повинні бути виконані за допомогою стаціонарних і мобільних роботів в окремих областях застосування.

Для кращого порівняння й проведення границь типових робочих параметрів були також включені області застосування у табл. 3.32, які можуть бути віднесені до готовності. Обрані області застосування на практиці були дуже часто автоматизовані за допомогою роботів. Справжнє порівняння систем показує зв'язок операцій обробки як у виробництві, так і в транспортуванні матеріалів.

3.5. Техніка комісіонування, складання і перевалки

3.5.1. Техніка комісіонування

Комісіонування – це підбір певних підмножин товару (артикулів) з підготовленої повної множини (асортиментів) на основі інформації про попит (завдання). При цьому має місце переформування зі специфічного для складу стану в специфічний для споживача.

Далі описується матеріальний потік, що істотно визначає форму системи комісіонування, та інформаційний потік, що до нього відноситься, а також можливі стратегії комісіонування.

Таблиця 3.32

Вимоги до роботів у окремих галузях застосування

Вимоги до роботів та керування роботами	Мобільність			Обов'язковий параметр. Обробка ваги			Швидкість полотна			Позиціонування			Тип керування			Спосіб програмування			
Вибрані додатки роботів	нерухомі роботи	портальні роботи	мобільні роботи	менше 10 кг	10 кг – 50 кг	більше 50 кг	низька (менше 0,1 м/с)	середня (0,1 м/с – 1 м/с)	висока (більше 1 м/с)	високе (менше 0,2 мм)	середнє (0,2 мм – 1 мм)	низьке (більше 1 мм)	позиційне керування (PTP)	багатоточкове керування (MP)	керування траєкторією (CP)	інтелектуальне керування (Точка або траєкторія слідкування)	онлайн	офлайн (лінійний або графічний)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Покриття	●	○	●	●	○	○	●	●	●	○	○	●	○	○	●	●	○	○	○
Точкове зварювання	●	●	●	○	○	●	○	○	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●
Орбітальне зварювання	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●	●	○	○	○	●	●	○	○	●
Зачищення	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●	●	●	○	●	●	●	○	○	○
Монтаж	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●
Керування пресами	●	○	○	○	●	○	○	○	●	○	●	●	○	●	○	○	●	●	●

Продовження табл. 3.38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Керування кувальними машинами	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●
Керування машинами для лиття і під тиском	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●	○	○	●	●	○	●	●	●
Робота верстата і конкатенація	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●
Збір замовлення	●	●	●	●	●	●	○	●	●	○	○	●	●	●	●	○	●	○

Умовні позначення: ● — задовольняє; ○ — частково задовольняє; ○ — неприйнятно або непотрібно

Матеріальний потік і технічне рішення. Процес комісіонування, якщо його розглядати з технічної точки зору матеріального потоку складається з декількох основних функцій (рис. 3.19):

- транспортування вантажів для заготівлі;
- заготівля;
- пересування комісіонера до заготівлі;
- вилучення вантажу комісіонером;
- транспортування вантажу до здачі;
- здача вантажу;
- транспортування комісійної одиниці до здачі;
- здача комісійної одиниці;
- зворотне транспортування відкритої вантажної одиниці.

Термін «комісіонер» при цьому розуміють як людину, що проводить процес комісіонування, а також як комісіонера з його технічними допоміжними засобами, такими як штабелеукладач для комісіонування. Також і засоби виїмки (грейфери), що обслуговуються комісіонером, належать до єдиної системи комісіонера. До того ж комісіонер розуміють і як автомати для комісіонування, наприклад, роботи для комісіонування.

Транспортування вантажів для заготівлі. Першим процесом, що належить до матеріального потоку в системі комісіонування, є транспортування вантажів для заготівлі. Це визначення розуміють як переміщення, що виконується спеціально для наявного завдання комісіонування. Як приклад можна навести зону комісіонування перед високим стелажем, куди транспортуються артикули на піддонах за допомогою пристрою для обслуговування стелажів. Альтернативою транспортуванню вантажів для заготівлі є відсутність переміщення (див. табл. 3.33).

Таблиця 3.33

Основні функції комісіонування з технічної точки зору матеріального потоку з їх альтернативними можливостями реалізації

Процес комісіонування	Можливості реалізації		
1	2		
Транспортування вантажів для заготівлі	без переміщення		з переміщенням
	в 1 вимірі	в 2 вимірах	в 3 вимірах
	вручну	механізовано	автоматизовано
Заготівля	статично		динамічно
	централізовано		децентралізовано
	упорядковано	частково впорядковано	без

1	2		
Пересування комісiонера до заготiвлi	без перемiщення		з перемiщенням
	в 1 вимiрi	в 2 вимiрах	в 3 вимiрах
	вручну	механiзовано	автоматизовано
Вилучення вантажу комісiонером	вручну	механiзовано	автоматизовано
	одиначний штучний вантаж		об'єднаний штучний вантаж
Транспортування вантажу до здачі	без транспортування		з транспортуванням
	комісiонер		пiдйомно-транспортні засоби
	в 1 вимiрi	в 2 вимiрах	в 3 вимiрах
	вручну	механiзовано	автоматизовано
Здача вантажу	статично		динамiчно
	централiзовано		децентралiзовано
	упорядковано	частково впорядковано	без
Транспортування комісiйної одиниці до здачі	без транспортування		з транспортуванням
	комісiонер		пiдйомно-транспортні засоби
	в 1 вимiрi	в 2 вимiрах	в 3 вимiрах
	вручну	механiзовано	автоматизовано
Здача комісiйної одиниці	статично		динамiчно
	централiзовано		децентралiзовано
	упорядковано	частково впорядковано	без
Зворотне транспортування вiдкритої вантажної одиниці	без зворотного транспортування	зi зворотним транспортуванням на склад	зi зворотним транспортуванням на склад для вiдкритих вантажних одиниць
	в 1 вимiрi	в 2 вимiрах	в 3 вимiрах
	вручну	механiзовано	автоматизовано

Далі переміщення вантажів можна їх поділити відповідно до вимірів переміщення на переміщення в *одному, двох або трьох вимірах*. Одновимірні переміщення часто виконуються на роликівих конвеєрах, однак можливе виконання також і за допомогою автоматичних підлогових транспортних засобів, керованих безконтактно, тобто тих, що пересуваються по індуктивних напрямних лініях. Пристрої для обслуговування стелажів виконують завдяки одночасному горизонтальному й вертикальному пересуванню, двовимірному пересуванню. Тривимірні пересування можуть реалізуватися, наприклад, за допомогою стапельних кранів.

Третім важливим рішенням щодо матеріального потоку при транспортуванні вантажу для заготівлі є вибір *ручного, механізованого або*

автоматичного виконання. Систематика підйомно-транспортних засобів – ручне переміщення виконується або, принаймні, керується повністю людиною. Механізоване переміщення відбувається за допомогою підйомно-транспортних засобів, що самостійно транспортують вантажі. Винятково команди старту й зупинки, а також деякі деталі завдань керування бере на себе людина. Автоматизоване переміщення відбувається шляхом цілком автоматизованого керування підйомно-транспортним засобом.

Технічне переміщення вантажу до пункту заготівлі може реалізовуватися із застосуванням безлічі підйомно-транспортних засобів. Рівною мірою використовуються підйомно-транспортні засоби постійної дії, наприклад, роликові й кругові конвеєри, а також підйомно-транспортні засоби циклічної дії, такі як електричні підвісні конвеєри, пристрої для обслуговування стелажів, автоматичні підлогові транспортні засоби та штабелеукладачі.

Заготівля. Заготівля вантажів може відбуватися *статично* або *динамічно*, що має особливе значення для автоматизованих систем комісіонування. При статичній заготівлі вантажі перебувають під час виймання в стані спокою. Також і заготівля за допомогою підйомно-транспортних засобів, таких як роликові конвеєри або автоматичні підлогові транспортні засоби, на яких розташовані вантажі, також перебувають у спокої під час виїмки, називається статичною. Однак якщо вантажі комісіонування під час виймання рухаються, то говорять про динамічну заготівлю.

Заготівля поділяється відповідно до табл. 3.33, на централізовану й децентралізовану, а також на впорядковану, частково впорядковану і неупорядковану. Оскільки в майбутньому в сфері комісіонування дедалі частіше будуть застосовуватися роботи й автомати, доречним є поділ заготівлі згідно зі станом порядку. Ці альтернативні варіанти характеризують саме автоматизовані або механізовані (тобто оснащені допоміжними технічними засобами й керовані людиною) системи комісіонування, оскільки від цього залежить вид сенсорної техніки, що використовується для впізнавання складу й проходження маршруту вантажів, що заготовлюються.

Упорядкована заготівля означає, що позиція й орієнтація вантажів у просторі точно визначена (наприклад, пляшки напою розміщені в одному контейнері, тобто стоять вертикально на певному місці). Частково впорядкована заготівля означає певну позицію або певну орієнтацію (наприклад, пляшки напою, що стоять вертикально, однак не мають певної позиції та рухаються по стрічці конвеєра. Неупорядкованою називають заготівлю, якщо не визначені а ні позиція, а ні орієнтація (наприклад, пляшки напою, що стоять і лежать безладно в контейнері).

Заготівля називається децентралізованою, якщо вантаж заготовлюється на чітко визначеному місці. Комісіонер повинен у такому випадку сам

прямувати до вантажу (*принцип: людина до товару*), наприклад, ходити уздовж стелажів. Це може відбуватися також і при заготівлі з використанням декількох підйомно-транспортних засобів на різних заготівельних пунктах. Про централізовану заготівлю мова йде тоді, коли вантаж поставляється комісіонерові (*принцип: товар до людини*). У наявності має бути центральний заготівельний пункт.

З технічної точки зору заготівля вантажів може відбуватися безпосередньо на стелажних полках. Наприклад, особливо підходять для цього палетні, підлогові, канальні, консольні й карусельні склади. При цьому комісіонування може відбуватися безпосередньо на складі, у підготовчій зоні складу або у власному складі комісіонування. Якщо комісіонування відбувається в підготовчій зоні складу, вантажні одиниці необхідно транспортувати в цю ділянку. Після виймання відкриті вантажні одиниці або транспортуються назад на склад, або залишаються до наступного виймання в спеціальному окремому складі для відкритих вантажних одиниць.

Як альтернатива заготівлю можуть виконувати і підйомно-транспортні засоби, що здійснюють транспортування вантажу до місця заготівлі.

Пересування комісіонера до заготовки. Залежно від того, чи відбувається заготівля централізовано або децентралізовано, влаштовується й пересування комісіонера до заготовки. Якщо застосовується принцип *і товар до людини*, то згідно з табл. 3.33 немає необхідності в переміщенні. Якщо ж застосовується принцип: *людина до товару*, то потрібне переміщення комісіонера. Воно може відбуватися аналогічно транспортуванню вантажу в *одному, двох або трьох вимірах*, а також *вручну, механізовано або автоматизовано*.

Переміщення комісіонера до заготовки є складовою комісіонування, в якій була розроблена велика кількість допоміжних засобів для людини. Для горизонтального двовимірного переміщення людини використовують, насамперед, безприводні ручні візки, виличні візки (із приводом і без), а також приводні візки для комісіонування зі стійкою оператора. Останні можуть мати примусове індуктивне або механічне керування для того, щоб комісіонер не мав необхідності керування в стелажних проїздах. Для вертикального двовимірного пересування комісіонера часто застосовують пристрої для обслуговування стелажів і штабеле-укладачі для комісіонування. Пропонується безліч підйомно-транспортних засобів, розроблених спеціально для цілей комісіонування в різних конструкціях, причому можливі різні види приводу й керування.

Вилучення вантажу комісіонером. Вилучення вантажу комісіонером, тобто виділення з одиниць заготівлі одиниць виймання, може відбуватися *вручну, механізовано або автоматизовано*. Ручне вилучення здійснюється

людиною, автоматизоване – самостійно за допомогою відповідних автоматів і без втручання людини. При механізованому вилученні застосовуються керовані людиною допоміжні засоби (захоплювачі, піднімальні засоби, крани), причому команди керування зводяться до елементарного *старт* і *стоп*.

Вилучення також значною мірою залежить від того, чи є вантаж *одиничним* або *об'єднаним штучним*. Об'єднані штучні вантажі – це об'єднані в одну вантажозоплювальну одиницю одиничні штучні вантажі. Для об'єднання одиничних штучних вантажів необхідне пакування або використання допоміжних навантажувальних засобів.

Об'єднані штучні вантажі можна зустріти, наприклад, у контейнерних складах, де нештабелеровані вантажі або деталі часто зберігаються в спеціальних контейнерах. Вони уможливлюють також простішу автоматизацію процесу комісіонування.

Вилучення відбувається сьогодні в більшості випадків вручну. Причини низького ступеня механізації й автоматизації є низький рівень зарплати, висока необхідна продуктивність комісіонування, велика різноманітність артикулів і асортиментів, а також значні відхилення в розмірах і розташуванні вантажів. Технічними допоміжними засобами для автоматизації вилучення можуть бути роботи, розвантажувальні установки, а також шлюзові пристрої.

Транспортування вантажів до здавання. Система комісіонування не має особливого окремого транспортування вилучених вантажів до місця здавання, оскільки місце комісіонування й пункт здавання перебувають безпосередньо поруч один з одним. При цьому відповідно до табл. 3.39 розрізняють такі варіанти реалізації транспортування вантажів до здавання: *із транспортуванням* і *без транспортування*.

Транспортування може здійснюватися власне комісіонером або додатковим підйомно-транспортним засобом, що не залежить від комісіонера. Дуже часто для транспортування в горизонтальному напрямку використовуються підйомно-транспортні засоби постійної дії, такі як роликові, стрічкові й кругові транспортери, але також використовуються і вертикальні підйомно-транспортні засоби (патерностери, ліфти та ін.). Ці підйомно-транспортні засоби хоча й сконструйовані стаціонарно, однак можуть застосовуватися для більшої продуктивності транспортування, у тому числі й за межами складу.

Підйомно-транспортні засоби циклічної дії, наприклад, автоматичні підлогові транспортні засоби або електричні підвісні транспортери, останнім часом застосовуються частіше внаслідок логістичної та гнучкої будови матеріального потоку.

Здавання вантажу. У табл. 3.33 виділено дві форми здавання в системі комісіонування: *здавання вантажу* й *здавання комісійної одиниці*. Здавання вантажу присутнє у кожній системі комісіонування. У цьому випадку комісіонер або складає вантаж на допоміжний навантажувальний засіб для утворення комісійної одиниці, тоді наприкінці виконання завдання комісіонування відбувається ще й здавання комісійної одиниці, або ж здавання вантажу відбувається без наданого комісіонером допоміжного навантажувального засобу. В такому випадку здавання вантажу здійснюється на спеціальні підйомно-транспортні засоби (як правило, циклічної дії), чим і закінчується здавання комісійної одиниці.

Як і при заготівлі, так і при здаванні вантажу розрізняють альтернативні можливості реалізації: *статично-динамічно, централізовані децентралізовані, а також упорядковані, частково впорядковані та ін.*

Безпосередня передача вантажу на підйомно-транспортний засіб, що перебуває в русі і бере на себе подальше транспортування вантажу, називається *динамічним* здаванням.

Здавання на робочий засіб, що перебуває в спокої, називається *статичним*. Якщо є два або більше просторово розділених пункти здавання, то мова йде про децентралізоване здавання, що відрізняється від централізованого тим, що останнє має лише один пункт здавання.

Розходження в стані впорядкованості вантажів уже розглядалися стосовно заготівлі. Здавання вантажу характеризується щодо альтернативних можливостей реалізації, як заготівля із протилежним знаком.

Практично у всіх системах комісіонування завдання виконується за допомогою підйомно-транспортних засобів або допоміжних навантажувальних засобів, що транспортуються на підйомно-транспортних засобах. Це, з одного боку, підйомно-транспортні засоби, уже зазначені в пункті *транспортування вантажу до здавання*, а з іншого боку, для комісіонування застосовуються спеціальні підйомно-транспортні засоби, наприклад, згадані вище штабелеукладачі або візки для комісіонування.

Транспортування комісійної одиниці до здавання. У багатьох випадках вантажі не залишають відразу систему комісіонування, а збираються на допоміжних навантажувальних засобах як частина замовлення. Тільки після того, як частина замовлення або замовлення будуть повністю зібрані, може відбутися здавання так званої одиниці комісіонування.

Альтернативні можливості реалізації *транспортування комісійної одиниці до здавання* відповідають зазначеним у пункті *транспортування вантажу до здавання*.

Здавання комісійної одиниці. Закінченням комісіонування зазвичай є здавання комісійної одиниці. Тут розрізняють такі самі можливості реалізації, як і при здаванні вантажу.

Зворотне транспортування відкритої вантажної одиниці. У випадку переміщення вантажів для заготівлі після вилучення існують різні варіанти поводження з відкритою вантажною одиницею. Якщо вона залишається до повного вилучення всіх артикулів на пункті заготівлі, то транспортування не відбувається. Часто, однак, відразу після заготівлі відбувається *зворотне транспортування відкритої вантажної одиниці на склад або на склад для відкритих вантажних одиниць*.

Прийняте щодо зворотного транспортування рішення може значною мірою вплинути на економічну вигідність системи комісіонування й тому має бути ретельно продуманим.

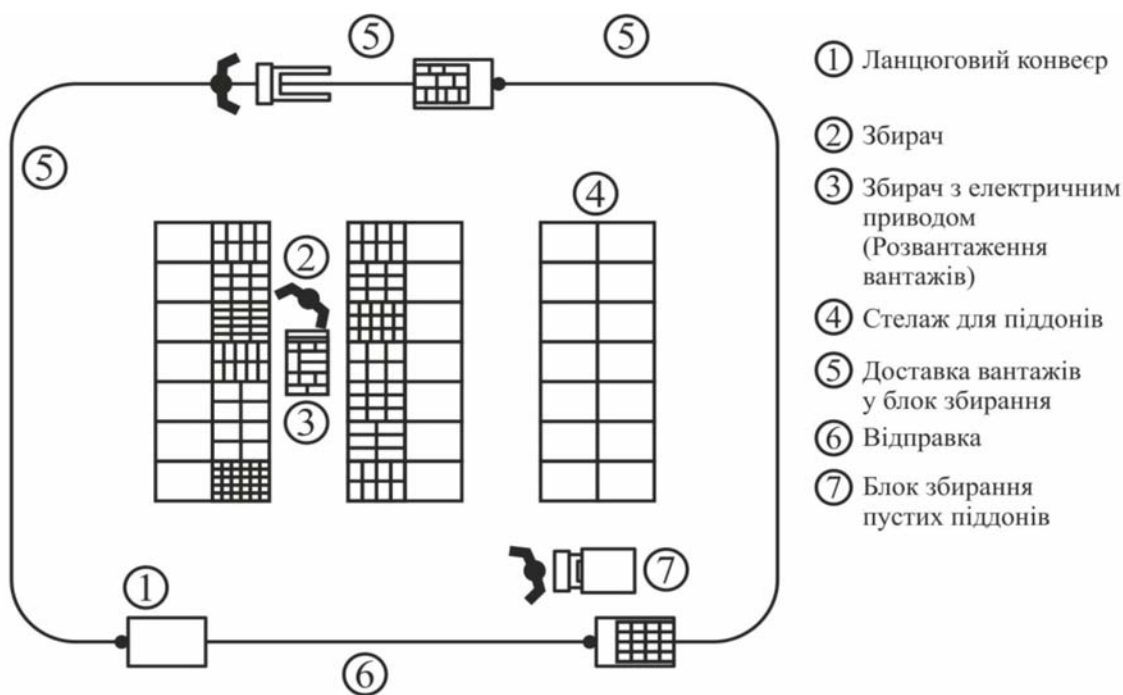
Саме зворотне транспортування може відбуватися, згідно з наведеним вище визначенням понять в *одному, двох або трьох вимірах*, а також *вручну, механізовано або автоматизовано*.

Приклади реалізації систем комісіонування. Для роз'яснення проблематики систем комісіонування далі подано кілька прикладів реалізації.

На рис. 3.19 наведено типову ручну систему комісіонування, в якій комісіонери складають одиничні штучні вантажі на європалети, заготовлені впорядковано, вантажі перебувають на візку для комісіонування, що має електричний привід, і супроводжуються комісіонером. Здавання вантажу на європалети відбувається вроздріб, оскільки для оптимального використання простору частину вантажів необхідно штабелювати стоячи. До закінчення виконання завдання комісіонування комісіонер переміщується уздовж стелажних рядів і відправляється потім, керуючи візком, до одного з незайнятих підлогових ланцюгових конвеєрів. Здавання комісійної одиниці відбувається децентралізовано, тому його здійснення можливе в будь-якій точці шляху транспортування підлогового ланцюгового конвеєра. Дотримуючись швидкості конвеєра, за допомогою піднімального пристрою, інтегрованого у візок, комісіонер перекладає комісійний піддон упорядковано (на чітко визначене місце) на вантажну поверхню конвеєра.

Ще одна система комісіонування, що відзначається централізованими заготівлею і здаванням вантажу, наведена на рис. 3.20. Тут вантажні одиниці транспортуються зі складу з високими стелажми за допомогою пристрою для обслуговування стелажів на роликовий конвеєр, а звідти – до нерухомого, тобто стаціонарно розташованого комісіонера. Через тривимірне пересування пристрою для обслуговування стелажів і одновимірного горизонтального переміщення на роликовому конвеєрі цей рух відбувається в остаточному підсумку також у трьох вимірах. Комісіонер вилучає

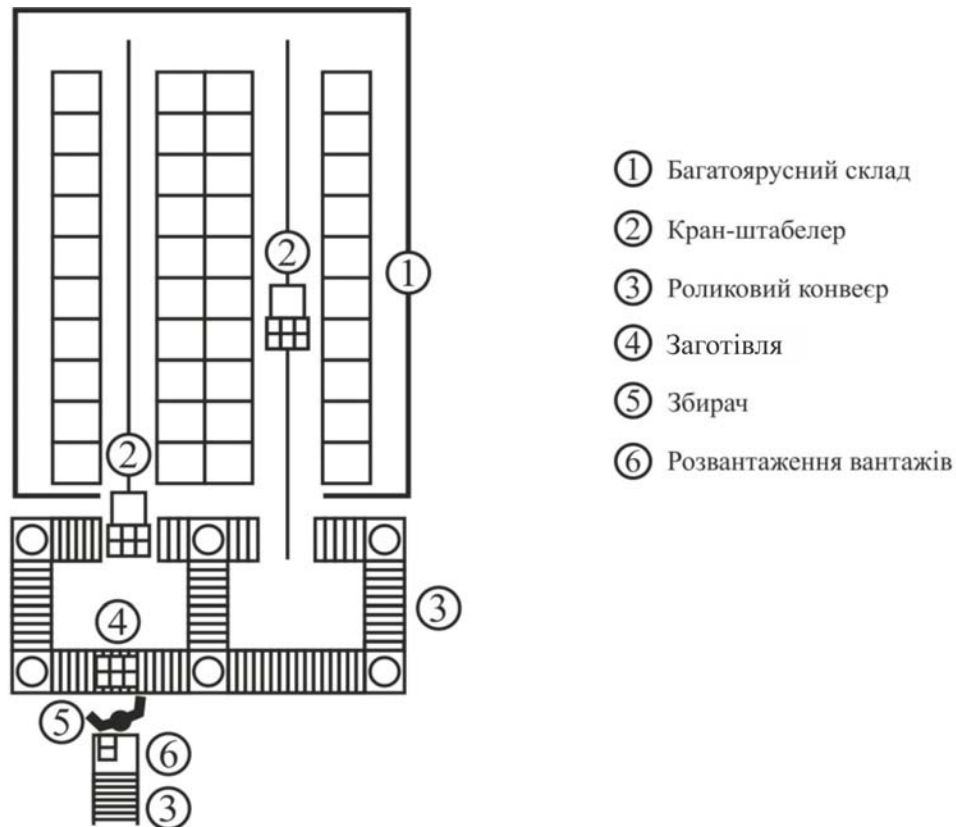
заготовлений упорядкований артикул і складає його частково впорядковано на піддон для утворення комісійної одиниці. Наприкінці відкрита одиниця транспортується назад на склад. Транспортування й здача комісійної одиниці не відбувається. Поділ матеріального потоку представлено на рис. 3.19.



Переміщення вантажів для заготівлі:	без переміщення
Заготівля:	статична, децентралізована, упорядкована
Пересування збирачів для забезпечення заготівлі:	двовимірне пересування
Відбір вантажів збирачами:	вручну, одиничні вантажі
Переміщення вантажів для розвантаження:	без переміщення
Розвантаження вантажу:	статичне, централізоване, частково упорядковане
Переміщення вантажів у блоці збирання для розвантаження:	двовимірне переміщення збирачів
Розвантаження вантажів у блоці збирання:	динамічне децентралізоване, упорядковане
Зворотна доставка пошкодженого вантажу:	без зворотної доставки

Рис. 3.19. Приклад реалізації системи комісіонування (I)

Третім прикладом є комісіонування в підготовчій зоні складу (рис. 3.21). У цій повністю автоматичній системі комісіонування працює рейковий робот-комісіонер, оснащений жорстко зчепленим візком для комісіонування. На окремі заготівельні пункти зі складу автоматично поставляються піддони з однорідними артикулами, кожен зі своїм артикулом. Це завдання виконує автоматичний підлоговий транспортний засіб, що внаслідок індуктивного керування може пересуватися лише в одному вимірі.



Переміщення вантажів для заготівлі:
Заготівля:
Пересування збирачів для забезпечення заготівлі:
Відбір вантажів збирачами:
Переміщення вантажів для розвантаження:
Розвантаження вантажу:
Зворотна доставка пошкодженого вантажу:

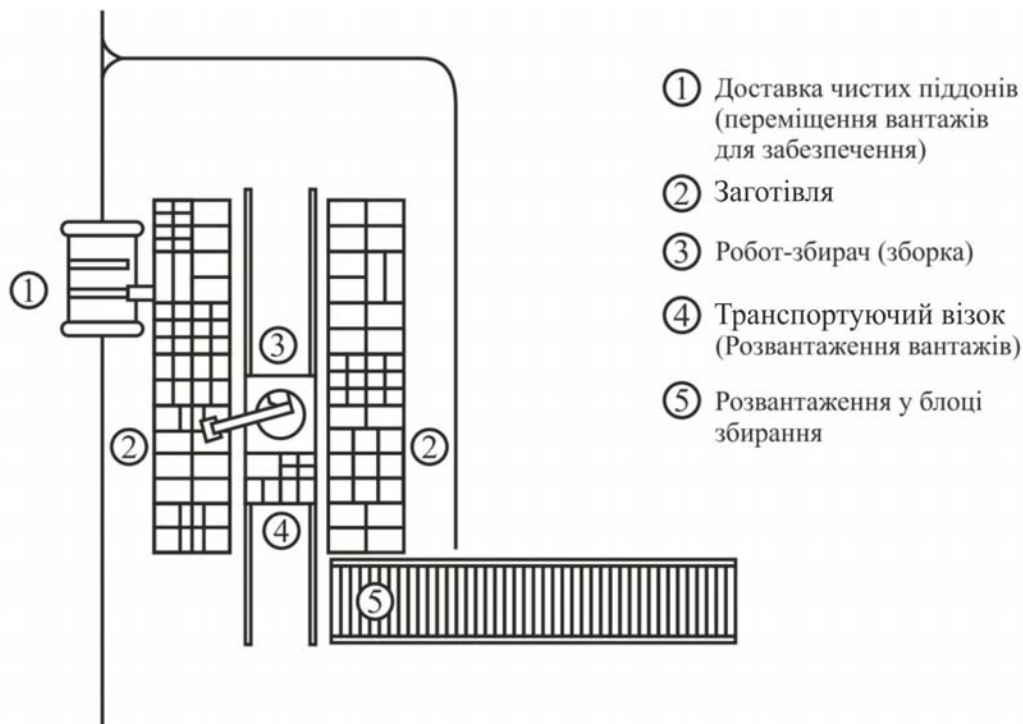
переміщення, тривимірне, автоматизоване
статична, централізована, упорядкована

без пересування
вручну, одиничні вантажі
без переміщення
статичне, централізоване, частково упорядковане
зворотна доставка на склада, тривимірна, автоматизована

Рис. 3.20. Приклад реалізації системи комісіонування (II)

На закінчення вилучення заготовлених пакувальних одиниць відбувається здавання вантажу на візки для піддонів. Оскільки робот постійно перебуває під керуванням, здавання вантажу називається централізованим. Після закінчення завдання транспортування робот прямує разом зі зчепленим візком для піддонів до роликового конвеєра, що є місцем здавання одиниці комісіонування. Наприкінці піддон передається автоматично.

Як ще один приклад наведено повністю автоматизоване комісіонування в контейнерних складах, в яких перебувають контейнери на різних допоміжних навантажувальних засобах. Тут також набуває застосування, як показано на рис. 3.22, мобільний робот для комісіонування, що складається з пристрою для обслуговування стелажів і портального робота, що його супроводжує.



Переміщення вантажів для заготівлі:

Заготівля:

Пересування робота-збирача для забезпечення заготівлі:

Відбір вантажів збирачами:

Переміщення вантажів для розвантаження:

Розвантаження вантажу:

Переміщення вантажів у блоці збирання

для розвантаження:

Розвантаження вантажів у блоці збирання:

Зворотна доставка пошкодженого вантажу:

переміщення, одновимірне, автоматизоване
статична, децентралізована, упорядкована

одновимірне автоматизоване пересування
автоматизований, одиничні вантажі
без переміщення

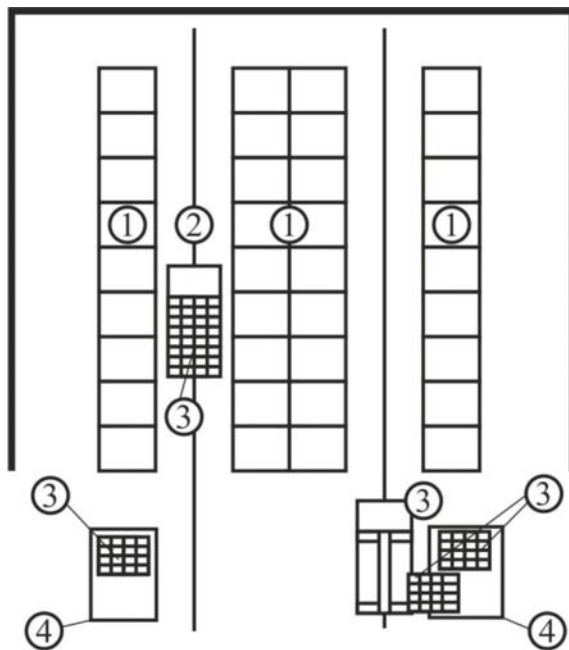
статичне, централізоване, упорядковане

переміщення одновимірне, автоматизоване
статичне, централізоване, упорядковане
без зворотної доставки

Рис. 3.21. Приклад реалізації системи комісіонування (III)

Під'їхавши до певного ящика складу, мобільний робот витягає піддон з контейнерами зі стелажа, ставить необхідний контейнер на супровідний піддон комісіонування, засовує піддон з контейнерами назад на місце зберігання і рухається до наступного ящика. Також і в цьому випадку заготівля вважається централізованою, оскільки піддон комісіонування постійно супроводжується роботом-комісіонером.

Після виймання 16-ти різних контейнерів завдання комісіонування є виконаним. Мобільний робот переміщується з повним піддоном комісіонування, тобто з одиницею комісіонування, до торцевої сторони складу і здає його в підготовлений контейнер комісіонування (здавання одиниці комісіонування).



- ① Стелаж з контейнерами (заготівля)
- ② Мобільний робот (збирач)
- ③ Транспортування для збирання вантажів
- ④ Контейнер для зібраних одиниць

Переміщення вантажів для заготівлі:

Заготівля:

Пересування збирача для забезпечення заготівлі:

Відбір вантажів збирачами:

Переміщення вантажів для розвантаження:

Розвантаження вантажу:

Переміщення вантажів у блоці збирання для розвантаження:

Розвантаження вантажів у блоці збирання:

Зворотна доставка пошкодженого вантажу:

без переміщення

статична, децентралізована, упорядкована

пересування, двовимірне, автоматичне
автоматизований, комплект вантажі

без переміщення

статичне, децентралізоване, упорядковане

переміщення, двовимірне, автоматизоване

статичне, централізоване, упорядковане

без зворотної доставки

Рис. 3.22. Приклад реалізації системи комісіонування (IV)

Інформаційний потік. Єдність матеріального й інформаційного потоку необхідно враховувати і при комісіонуванні.

Інформаційний потік при комісіонуванні можна відповідно поділити на чотири частини:

- підготовка інформації;
- передача інформації;
- відстеження інформації (порівняння *має бути/є*);
- квітування (оповіщення про виконання замовлення).

Підготовка інформації може відбуватися в узагальненій і *пакетній* формі (пакетний режим) або також у *режимі реального часу* безпосередньо після надходження замовлення. Якщо не виникає великих вимог до інформаційного потоку, то робота ведеться в пакетному режимі. За допомогою

звичайних засобів або за допомогою комп'ютера збираються замовлення, наприклад, одного дня. До моменту часу обробки інформації відомі лише поточні дані стану й руху, зміни можуть бути внесені тільки при наступній підготовці. Типовим прикладом комісіонування в пакетному режимі є відправлення на лінію складання, що працює серіями.

Якщо ж зміни в послідовності замовлення необхідно внести вже під час його виконання, необхідний режим реального часу. При цьому стани й пересування в системі постійно актуалізуються й обробляються. Режим реального часу дозволяє до того ж дотримуватися спеціальних стратегій комісіонування, мінімізувати час виконання замовлення й підвищити системну доступність.

Передача підготовлених даних комісіонування може відбуватися непрямым способом (Off-line), тобто без безпосередньої комунікації з комісійним комп'ютером або в прямим доступом (On-line) до комп'ютера.

Передача інформації сильно позначається на проведенні комісіонування. Список замовлень видається при непрямій передачі інформації, наприклад, в одному центральному пункті, зворотний контроль підготовки інформації при цьому неможливий.

Пряма передача інформації забезпечує високу гнучкість і доступність системи комісіонування. Зміни можуть вноситися й у процесі комісіонування. Це може виконуватися, наприклад, через мобільні термінали передачі даних, які також уможливають квітування замовлення.

Відстеження включає порівняння *має бути/є* (наприклад, процес підрахування, ідентифікація пунктів на складі, ідентифікація артикулів) інформації, важливої для комісіонування. Воно може бути персональним (наприклад, ручне відстеження за допомогою переліку) або керованим (автоматичне відстеження за допомогою комп'ютера). Персональне відстеження необхідне у тому випадку, якщо артикул не визначається автоматично або не відрізняється від інших за формою або вагою. Воно також може застосовуватися, якщо артикул через свої особливості не підлягає кодуванню.

Кероване відстеження можливе при застосуванні автоматизованого пристрою порівняння *має бути/є*. Воно застосовується для численних штучних вантажів автоматизованого обігу.

Квітування, тобто повідомлення про виконання замовлення й одночасно повідомлення про готовність до нового, може відбуватись *активно*, безпосередньо через робочий персонал, або *незалежно*, без втручання людини. У випадку, якщо потрібен усвідомлений контроль за вийманням, воно квітується активно робочим персоналом. Це може бути, наприклад, внесення даних у термінал або оцінка позицій у переліку завдань. Якщо квота на помилки перебуває в припустимих межах, можливе незалежне

квитування, наприклад, при автоматичному вийманні або за допомогою лічильників на шляхах переміщення комісійного вантажу.

Стратегії. Матеріальний та інформаційний потік системи комісіонування значною мірою залежить від стратегії комісіонування. Виділяють три принципові стратегії, а також альтернативи їх реалізації.

Поділ розуміють як зонування системи комісіонування. Воно може бути однозональним або у випадку різних характеристик артикулів багатозональним. Останнє відбувається, наприклад, при комісіонуванні звичайних і охолоджених вантажів. При цьому комісіонування через зрозумілі причини поділяється на дві зони.

Розгорнення – це дуже важлива для економічної вигідності комісіонування функція. Розрізняють позамовне комісіонування і комісіонування за артикулом. Якщо в першому випадку повністю комісіонують позиції одного замовлення, то в другому – відбувається багатоступеневе комісіонування. При цьому проводиться спочатку комісіонування часткових замовлень, наприклад, великих кількостей одного артикулу для декількох замовлень. І тільки на останньому ступені відбувається укомплектування замовлення, тобто позамовне комісіонування. Додаткові операції з поводження з вантажем при багатоступеневому комісіонуванні означають застосування великої кількості персоналу, додаткові інвестиційні витрати й підвищені витрати в робочому режимі. Тому багатоступеневі системи комісіонування повинні зазнавати ретельного планування перед їх впровадженням. Кожна додаткова робоча операція означає в остаточному підсумку підвищення витрат. Тільки якщо є переконливі якісні переваги або додаткові витрати компенсуються в іншій сфері, можна рекомендувати застосування багатоступеневої, як правило, двоступеневої системи комісіонування.

Одноступеневе комісіонування в підготовчій зоні складу не підходить в тому випадку, якщо необхідне часте виймання маленької кількості товару з вантажної одиниці, оскільки тоді непропорційно високо зростають витрати на транспортувальні операції. Виходом у цьому випадку є склад для відкритих вантажних одиниць.

Збирання артикулів може відбуватися з організаційної точки зору послідовно або одночасно. Збирання артикулів послідовно включає послідовну обробку замовлення з повідомленням про готовність комісіонування наприкінці процесу збирання. Одночасне збирання вимагає розщеплення замовлення на невелику кількість підзамовлень, одночасне виконання цих підзамовлень і поєднання підзамовлень у загальне підзамовлення.

Важливі показники. При визначенні розмірів зони комісіонування необхідно враховувати велику кількість інформації та даних про замовлення

на комісіонування, про артикули й склад комісіонування. Ці критерії, зазвичай кількісні, можуть бути подані у формі числових показників поряд із величинами витрат при плануванні системи комісіонування (табл. 3.34). Але адекватними величинами для планування також є і якісні показники, такі як гнучкість, модулярність, функціональна надійність, організація робочого місця, сумісність, ступінь автоматизації та характеристики артикула.

Людина в системі комісіонування. Незважаючи на всі старання в галузі автоматизації в комісіонуванні більшість установок для комісіонування обслуговуються сьогодні вручну. Причини цьому різноманітні. Людина все ще перевершує автомати для комісіонування щодо часу виймання. При типовому для людини часу виймання 4 с, прискорення автоматичного засобу повинні бути дуже високі, щоб мати конкурентну здатність порівняно з людиною. Це призводить до подорожчання автоматизованих рішень.

Таблиця 3.34

Важливі показники комісіонування

Важливі показники		
Структура замовлення	Структура артикулу	Структура складу комісіонування (структура доступу)
<ul style="list-style-type: none"> • Кількість замовлень за одиницю часу • Кількість позицій на замовлення • Кількість одиниць виймання на позицію • Обсяг замовлення • Вага замовлення • Частота повторення • Безперервність надходження • Час виконання замовлення (час комісіонування) • Вид замовлення: <ul style="list-style-type: none"> – позамовне комісіонування; – комісіонування за артикулом 	<ul style="list-style-type: none"> • Вага одиниці виймання • Габарити одиниці виймання • Широта асортиментів (кількість артикулів) • Частота обертання • Форма артикулу • Поверхня артикулу • Допустимі відхилення артикулу 	<ul style="list-style-type: none"> • Кількість одиниць виймання на вантажну одиницю • Площа на вантажну одиницю • Висота на вантажну одиницю • Допустимі відхилення в зоні складу • Вид складування • Можливість доступу до вантажної одиниці • Площа доступу • Габарити площі комісіонування (ширина проїздів) • Глибина захвату • Висота захвату • Кількість доступів на вантажну одиницю

Людина, до того ж, через власні органи відчуттів (зору, дотику та ін.) має в системі комісіонування перевагу перед автоматами, оскільки вантажі зазвичай дуже різноманітні за крихкістю, формою, поверхнею й вагою. Оскільки роботам необхідна ціла купа різних захоплювальних пристосувань, щоб ураховувати всі ці характеристики, на сьогоднішній день їх доцільно використовувати тільки для комісіонування пакувальних одиниць зі схожими характеристиками. Неупорядкована заготівля, а також високі відхилення в місці розташування й формі упорядкування заготовлених артикулів не сприяють впровадженню роботів для комісіонування. Вони потребують комплексної сенсорної техніки (системи обробки зображень та ін.), щоб мати змогу компенсувати ці допустимі відхилення.

Відносно низьким є рівень заробітної плати працюючого в комісіонуванні персоналу. Тому дорогі рішення з автоматизації дуже рідко є економічно виправданими. Однак з подальшим розвитком робототехніки й сенсорної техніки комісіонування дедалі більшою мірою буде зазнавати впровадження рішень з автоматизації. Це є тим більше бажаним, оскільки комісіонування є процесом із високим залученням робочого персоналу, що до того ж особливо перевантажує людину через монотонність і фізичну напруженість робочих операцій.

В усьому світі поширеним є комісіонування за бездокументним або безпаперовим принципом. У цьому випадку виконуваний вручну процес комісіонування підтримується комп'ютером. Проте існують випадки, коли застосовуються автоматичні системи комісіонування, що поєднують багато основних технічних функцій матеріального й інформаційного потоку. Під цей опис підпадають як технічно цікаві рішення шахтного комісіонування, так і роботи для комісіонування.

3.5.2. Монтажна техніка

Директива VDI 2860 дає таке визначення поняттю *монтаж* (складання): *«Монтаж – це сукупність всіх операцій, що служать для складання геометрично визначених конструкцій. При цьому може додатково використовуватися безформний матеріал (наприклад, мастильний матеріал, клей та ін.).»*

Через комплексну структуру готових виробничих виробів процес складання включає безліч просторово й тимчасово відмежованих робочих операцій і конструктивних послідовностей. Завданням матеріального потоку в монтажі є відповідно до цього системно-орієнтоване поєднання окремих виробничих установок і складальних площадок, оскільки на основі кооперативної підсистеми забезпечується виробничий процес максимальної продуктивності й гнучкості з найбільш високим ступенем автоматизації. Із цієї причини в монтажній техніці застосовується безліч установок для

матеріального потоку, спеціально налагоджених для оптимального виконання процесу складання. Вони описуються далі.

Систематика маніпуляторів. Відповідно до своєї первинної функції згідно з директивою VDI 2860 маніпулятори поділяються на кілька основних груп (рис. 3.23). Тут, однак, необхідно враховувати, що маніпулятори через свій технічний потенціал виконують поряд із запропонованими основними функціями (наприклад, упорядкування) й інші функції (наприклад, зберігання й транспортування). Прикладом тому є вібраційні спіральні транспортери. Внаслідок цього однозначна функціональна класифікація всіх пристроїв у цьому випадку не є можливою. Основні функції матеріального потоку: складання, транспортування й маніпуляція (обіг) можуть у такий спосіб виконуватися декількома маніпуляторами одночасно.

Пристрої нагромадження. Пристрої нагромадження в матеріальному потоці служать для заощадження матеріальних запасів. Поняття *накопичувач* має особливе значення в техніці складання.

Щодо стану впорядкованості збережених деталей накопичувачі можна розділити на *бункери* й *магазини*.

Бункери. Бункери служать для зберігання деталей у невпорядкованому стані. Основна сфера застосування – зберігання простих деталей у великих кількостях. Основними конструктивними формами є барабанні бункери, з яких деталі упорядковано виводяться під дією відцентрової сили або відбувається захоплення шляхом кінематичного замикання; воронкоподібні бункери, в яких розвантаження відбувається під дією сили ваги, а також коміркові бункери та ін. Часто застосовують бункери зі спеціальними розвантажувальними елементами, які принаймні забезпечують упорядковану подачу деталей. Розрізняють нерухомі й рухомі бункери.

Магазини. Магазини служать для впорядкованого нагромадження деталей. Через особливості конструкції магазини, як правило, розраховані лише на одну певну деталь і тому лише в особливих випадках можуть застосовуватися для деталей зі схожими властивостями. Сфера застосування – від твердого до гнучкого зчеплення виробничих установок і монтажних центрів. Важливими конструкційними формами є циклічні ланцюгові магазини, в яких деталі впорядковані лінійно; барабанні магазини, в яких деталі перебувають на дузі кола й шляхом повернення горизонтально або вертикально розташованій осі обертання транспортуються на пункт розвантаження, а також стапельні, шахтні й палетні магазини.

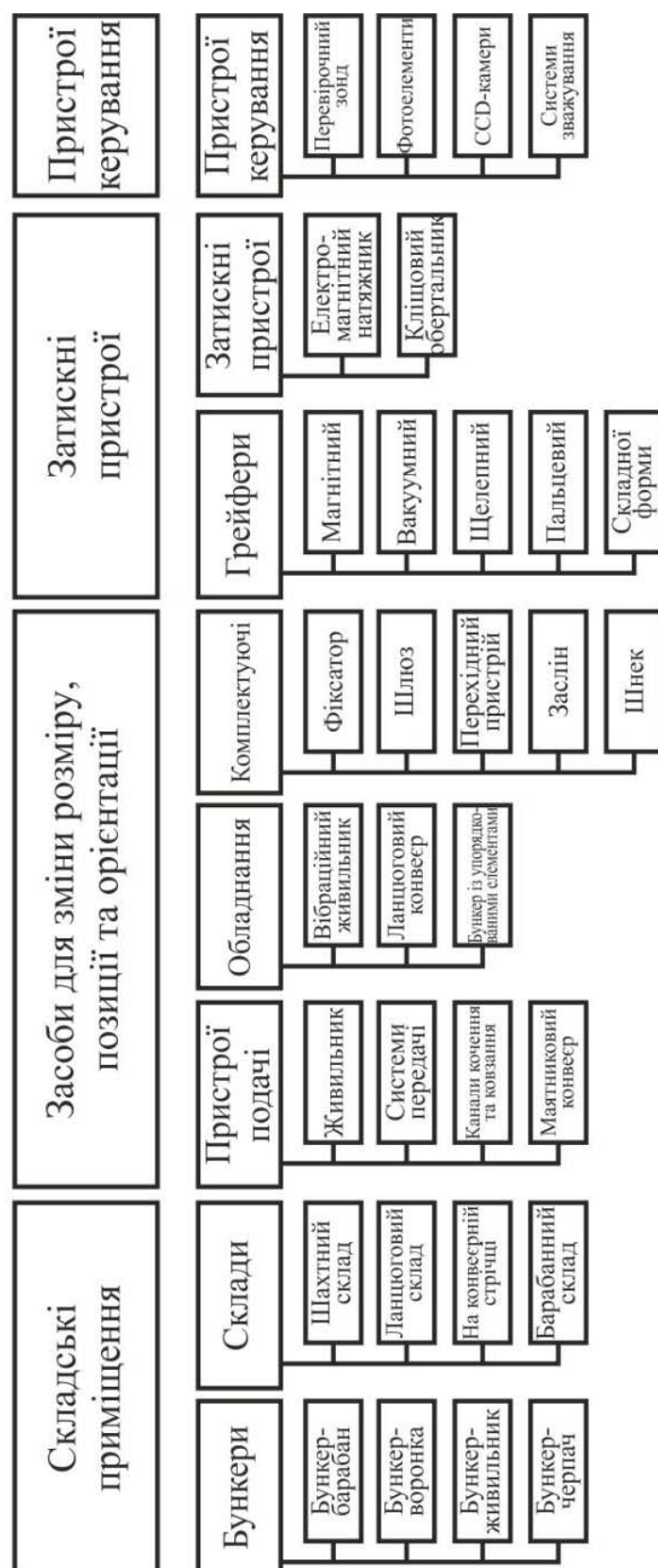


Рис. 3.23. Маніпулятори в технології складання (на основі VDI директиви 2860)

При магазинуванні функції транспортування й зберігання плавно перетікають одна в одну. Існують магазини з переміщенням деталей і без переміщення.

Пристрої для зміни кількості, позиції й орієнтації. «Просторове розташування геометрично визначеного тіла в співвідносній системі координат визначається як його орієнтація й позиція».

У той час як позиція тіла визначається лінійними степенями вільності співвідносної системи координат, для визначення його орієнтації необхідний розрахунок подальших обертальних кутових кореляцій між власною системою координат тіла й співвідносною системою координат. Пристрої-маніпулятори для зміни позиції та орієнтації тіла здійснюють у такий спосіб зміни лінійного й обертального відношення координат, тому на основі цієї зміни виникає нове геометричне положення тіла в просторі.

Пристрої подачі. Пристрої подачі, різняться за видом процесу переміщення. Якщо переміщення відбувається від початкової до кінцевої позиції або від початкової до кінцевої орієнтації, такий вид переміщення називають напрямком. Найважливішими конструктивними виконаннями таких маніпуляторів є хитні крокові конвеєри, системи передачі (ланцюгові або пластинчасті конвеєри зі спеціальними захватами для деталей), а також роликові і спускні ринви.

Хитні крокові конвеєри складаються з прямої поверхні для приймання деталей, а також розташованих під нею піднімальних кривошипно-шатунних механізмів. Шляхом руху крокуючих балок уверх за допомогою електричного, пневматичного або гідравлічного приводу, деталі тимчасово піднімаються над прямою поверхнею й повертаються горизонтально відповідно до кута повороту кривошипа так, що за допомогою послідовних рухів забезпечується горизонтальне пересування деталі в напрямку транспортування.

Недоліком використання хитних крокових конвеєрів є низька гнучкість внаслідок специфічних для деталей захоплень і довжини кроку. Основною сферою застосування є циклічне зчеплення верстатів і складальних центрів, причому хитні крокові конвеєри застосовуються поряд з переміщенням і для нагромадження.

Якщо траєкторія переміщення під час маніпуляції не задана однозначно, а визначені лише координати кінцевого положення, то у випадку такого виду переміщення мова йде про пристрої передачі. Програмувальні маніпулятори, наприклад, промислові роботи, у цьому випадку застосовуються так само часто, як і завантажувальні пристрої. Хоча промислові роботи і пропонують через вільну програмованість, більшу гнучкість процесу й

послідовність переміщення, дуже часто застосовуються завантажувальні пристрої, оскільки враховуються інвестиційні витрати.

Пристрої упорядкування мають завдання з упорядкованості вантажу, що поставляється хаотично та підлягає маніпулюванню й розподілу його відповідно до наступного процесу. Часто застосовуваними конструкційними варіантами є вібраційні спіральні транспортери й ланцюгові і пластинчасті конвеєри.

Вібраційні спіральні транспортери є пристроями упорядкування, що застосовуються при автоматизованих рішеннях і складаються: із плити – основи зі стабілізуючими елементами, вібраційних механізмів, а також оснащених напрямними спіралями ємностей для приймання неупорядкованого сипучого вантажу.

Інтенсивність вібраційного механізму можна регулювати, він виробляє необхідну для процесу упорядкування коливальну енергію, за допомогою чого деталі переміщуються по напрямній спіралі під дією вироблених мікрокидків. Вбудовані напрямні щитки для орієнтації уздовж висхідної спіральної лінії сприяють примусовому вирівнюванню деталей, так що вони подаються в бажаній орієнтації з пристроєм упорядкування. При цьому використовується специфічне обертання деталі, зазвичай обумовлене його формою (рис. 3.24).

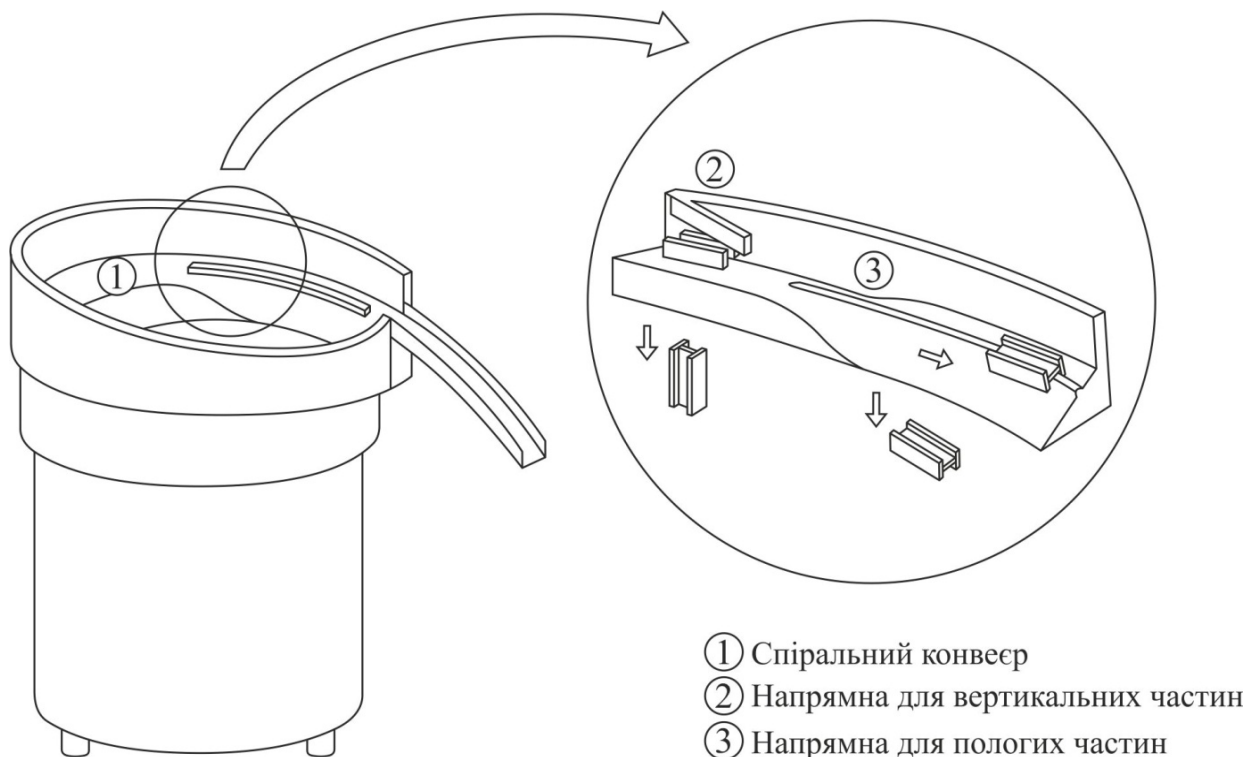


Рис. 3.24. Принципове подання вібраційного спірального транспортера

Галузь застосування вібраційних спіральних транспортерів передбачає бункерування, передачу й упорядковування невеликих і середніх деталей у великій кількості. Недоліком на виробництві, з одного боку, є тісно пов'язане з мікрокидками шумоутворення, що, однак, можна знизити до мінімуму за допомогою встановлених звукоізоляційних кожухів, а з іншого, передача коливань на поверхню підлоги приміщення, що може створювати перешкоди для чутливих сусідніх виробничих засобів.

Дозатори. Дозування – це підготовка певної кількості деталей. Найважливішим завданням дозаторів є поділ або роз'єднання упорядкованого потоку деталей, що поставляються, коли вони подаються дискретно і блокується наступний потік об'єктів. Щодо конструктивних форм виділяють стопори, шлюзи, заслінки, шнеки й стрілки, які широко застосовуються для роз'єднання магазинованих деталей. Часто дозування відбувається безпосередньо з магазинів, причому застосовуються різні рухомі пристрої дозаторів.

Затискні й контрольні пристрої. Затискні пристрої служать для тимчасового розміщення й утримання тіла в просторі шляхом динамічного, кінематичного та нероз'ємного закріплення його позиції й орієнтації. Щодо конструктивних варіантів диференціюють захоплювачі й власні затискні пристрої.

Захоплювачі являють собою поєднуючу ланку між об'єктом маніпулювання та маніпулятором. Їхнім завданням є поєднання пункту й об'єкта маніпулювання, захоплення вантажу, втримання об'єкта протягом процесу маніпулювання, а також здача об'єкта після досягнення місця призначення. Основною сферою застосування є технічне зчеплення із промисловими роботами й завантажувальними пристроями. Через величезну різноманітність видів захоплювачів і, як наслідок, безліч конструктивних варіантів, захоплювачі необхідно розглядати як незалежні системи, тому їх вибір повинен здійснюватися залежно від технічних факторів маніпулювання. Розрізняють, наприклад, магнітні, кліщові, пальцеві, вакуумні захоплювачі. Оскільки маніпулятори повинні бути особливо гнучкими в системі матеріального потоку дедалі частіше застосовуються системи автоматичної зміни захоплювачів. Для підйомно-транспортних засобів особливо для піднімальних пристроїв, є багато інших захоплювальних систем, які розглянуто далі.

Затискні пристрої призначені для позиціонування й фіксації положення деталей під час маніпулювання в галузі монтажних систем і виробничого устаткування. Затискні пристрої мають, як правило, тільки один або два степені вільності, тому їх конструктивне виконання істотною мірою визначається факторами впливу геометрії деталі. Часто застосовують

особливі пневматичні й гідравлічні установки, а також електромагнітні й цангові затискачі.

Контрольні пристрої застосовуються для перевірки або вимірювання процес-специфічних операцій. При цьому розпізнається відхилення наявного стану від належного, що надалі ліквідується за допомогою відповідних заходів. Відносно робочого режиму виділяють контактні (тактильні) і безконтактні (нетактильні) контрольні пристрої. Численні конструктивні варіанти можна об'єднати одним загальним поняттям *сенсорні системи*. Як приклад тактильних контрольних пристроїв можна назвати випробувальну таблицю. Вона призначена для вимірювання геометричних розмірів деталі, однак має внаслідок принципу своєї роботи істотні недоліки. Тактильна реєстрація вимірюваних величин спричиняє високі показники зношування.

Оптичні контрольні пристрої працюють у безконтактному режимі і можуть, наприклад, за допомогою фотоелемента сприймати дані про позицію й орієнтацію об'єкта маніпулювання. Високоінтелектуальні системи являють собою, наприклад, CCD-Камери, які за допомогою сполучних пристроїв часто з'єднані безпосередньо з маніпулятором. Подібні пристрої мають сьогодні тривалий час обробки зображень, а також відносно високу вартість.

Галузь застосування типових для складання маніпуляторів і гнучких складальних станцій. Внаслідок залежності від факторів впливу деталей і функціональної приналежності маніпуляторів, для системної концепції необхідно однозначно визначати як спектр завдань, так і очікувані умови застосування, щоб з урахуванням системно-технічних обмежень забезпечити гнучкість і продуктивність монтажно-технічних процесів виробництва.

У табл. 3.35 наведені й приблизно класифіковані можливі сфери застосування вибраних маніпуляторів щодо різних об'єктів маніпулювання.

Гнучкі складальні станції. Як і виробництво, складання є багатоступеневим процесом, у якому окремі компоненти проходять одну за одною кілька монтажних станцій і поступово монтуються в кінцевий продукт.

Прикладом такого процесу є складання споживчих товарів, наприклад, пральних машин, автомобілів і відеокамер. Спочатку відбувається складання окремих компонентів, наприклад, стрічкопротяжного механізму, панелі керування й плати у відеокамері, а потім – остаточне монтування в готовий продукт.

Окремі монтажні станції часто поєднуються в складальні станції або лінії, що повинні мати змогу збирати якнайбільше варіантів деталей однорідних продуктів. У цьому випадку мова йде про гнучкі складальні одиниці.

Таблиця 3.35

Зразки сфер застосування і критерії вибору маніпуляторів,
що найбільш часто застосовуються для складання

Властивості деталі Вантажно- розвантажувальне обладнання в технології монтажу	Форма деталі						Розмір деталі				Призначення деталі			Якість деталі	
	складна	циліндрична, плоска або у формі блока	конічна або пірамідна	пустий чи у формі грибка	складальна	сферична	від 0 до 10 мм	від 10 до 100 мм	від 100 до 250 мм	від 250 до 1000 мм	прокатка	ковання	штабелювання	злам та удароміцність	нечугунність поверхні
касетні магазини															
ланцюгові накопичувачі															
ремені деталі															
журнали барабана															
закладні пристрої															
системи передачі															
прокатки та канал для ковзання															
кроковий конвеєр															
вібраційний спіральний конвеєр															
переносний ланцюговий конвеєр															
цистерна з упорядкованим елементом															
огороження															
шлюзи															
перемикач															
штовхач															
черв'як															



- підходить



- частково підходить



- трохи підходить



- можливо



- неможливо

З точки зору збільшення продуктивності й скорочення часу виконання замовлення в складанні дедалі більше прагнуть до автоматизації. Процес монтажу складається з багатьох окремих операцій, що часто потребують складних рухів маніпулятора, дедалі більше застосовуються для гнучких монтажних одиниць вказані пристрої і роботи. Останні мають багато вільно програмувальних осей руху (осьми робота) і в такий спосіб можуть справитися з високими вимогами завдань автоматизації монтажу.

Усередині монтажної станції розрізняють продукт-нейтральні об'єкти (роботи, підйомно-транспортні засоби) і продукт-специфічні об'єкти (грейфери, спеціалізовані з'єднувальні пристрої та ін.), які повинні бути підлаштовані під відповідний монтажний об'єкт. Наявність продукт-специфічних об'єктів створює передумову для гнучкого застосування промислових роботів. У першу чергу до них належать системи заміни захоплювача й сенсорні системи. Ці два найважливіших компоненти гнучкої монтажної станції дають можливість пристосовуватися до різних монтажних завдань. Оброблювані вироби транспортуються до монтажних станцій відповідними підйомно-транспортними засобами і там розпізнаються сенсорною системою, що увімкнена у вмонтовані частини. Здебільшого нові системи обробки зображення, наприклад CCD-Камера, застосовуються в гнучких монтажних станціях. Система обробки зображення передає положення й форму різних монтажних деталей на інтерфейс, що на основі аналізу картинки керує роботом, щоб захопити відповідну деталь. Відповідний грейфер може бути обраний заздалегідь і через систему заміни захоплювача введений у дію. Через особливе значення того, що система обробки зображення також розпізнає виробничий недолік як оброблювану деталь, у такому випадку поєднуються монтаж і виробництво. Таким чином забезпечується ранній вивід бракованих деталей. Як приклад розглянемо монтаж друкарських плат. У цьому випадку обробка зображення розпізнає повноту складання деталей електроніки, вмонтованих на друкарську плату.

Застосування роботів та інших маніпуляційних засобів у єдиних гнучких монтажних станціях впроваджується автоматизованими рішеннями, які у вигляді інтеграції цілої монтажної системи повинні бути пов'язані один з одним у внутрішньовиробничому матеріальному потоці. Зв'язок автоматизованих, гнучких монтажних станцій може відбуватися за допомогою автоматизованих підйомно-транспортних засобів, наприклад електричних монорейкових, автоматичних наземних транспортних засобів, підвісних ланцюгових транспортерів та ін., які беруть на себе обслуговування й розміщення гнучких монтажних станцій з монтажними одиницями. Внаслідок цього утворюється наскрізний автоматизований внутрішньовиробничий матеріальний потік. Монтажні станції, автоматизовані монтажні рішення й

монтажні лінії використовуються сьогодні майже без винятку в серійному виробництві.

Монтажні станції, пов'язані одна з одною, потрібно налаштовувати на відповідний індивідуальний час циклу. Для цього необхідне вище комп'ютерне керування, що координує час циклів і при відхиленнях втручається для корегування. Наприклад, ці корегування відбуваються під час зміни робочої і транспортної швидкості.

Крім координації інформаційних потоків між монтажними станціями комп'ютер виконує завдання інформаційного обміну між вищими й нижчими монтажними станціями. При цьому він керує буферними шляхами, що мають функцію усунення скупчень у монтажних станціях. За допомогою описаної інформаційно-технологічної інтеграції монтажу в упорядкованих інформаційних потоках буде реалізоване наскрізне керування, що відповідає потребам матеріального потоку, що рухається безупинно.

3.5.3. Підйомно-транспортне обладнання

Класифікація підйомно-транспортного обладнання. Матеріальний потік формується усередині транспортного ланцюга частою зміною різних засобів праці. Ці операції називаються перевалкою.

Перевалочні операції відбуваються в загальних транспортних ланцюгах як у внутрішньовиробничій, так і у зовнішньовиробничій сферах і на їхньому стику. При цьому відбувається зміна засобів праці:

- складські засоби;
- підйомно-транспортні засоби;
- маніпуляційні засоби;
- засоби пересування;
- виробничі засоби.

Людина також може бути робочим засобом. Робочий персонал як «перевалочний засіб» має велике значення, де операції виконуються вручну.

Внутрішньовиробничі перевалки можуть розглядатися як зміна засобу пересування при перевезенні вантажів, при проміжному зберіганні; як сукупність процесів зберігання і транспортування при завантаженні товарів на транспортний засіб, під час розвантаження товарів із транспортного засобу й при зміні товарів для транспортного засобу.

З інших тлумачень перевалкою є переміщення товарів за допомогою засобів виробництва, звідки випливає, що за допомогою або без допомоги окремих засобів перевалки для зміни експлуатаційних властивостей, або засобів виробництва, на інші транспортні або складські засоби виробництва.

Операції перевалки безупинно стикаються з іншими операціями, як наприклад, транспортування й зберігання.

У контексті з терміном «перевалка» в літературі часто вживаються такі визначення, як навантаження, розвантаження і переміщення товарів, що зберігаються на складі.

Процес перевалки складається із прийняття, локальної та тимчасової зміни й передачі товарів. Прийняття і передача можуть бути активними або пасивними.

Відповідно до цього визначення поняття формулюється таке: перевалка є переходом товарів з одного робочого ресурсу на інший, причому або один робочий ресурс має бути активним, або у випадку, коли обидва ресурси пасивні, третій активний робочий ресурс повинен бути в дії.

Тут робочий ресурс розуміється як автоматичний засіб праці, як автомат, засіб праці й людина або тільки людина.

Далі пояснюються запропоновані визначення поняття за допомогою різних прикладів. При цьому для активної перевалки застосовуються підйомно-транспортні засоби, транспортні засоби, маніпуляційні засоби й робочий персонал (табл. 3.36).

Таблиця 3.36

Приклади операцій перевалки

Приклад	Транспортний ланцюг	Приклад	Транспортний ланцюг
1	2	3	4
Судно — Залізничний вагон	<pre> судно → кран → залізн. вагон пасив актив пасив </pre>	Автоматичний наземний транспортер — Засоби виробництва	<pre> Автомат. наземний → засоби транспортер вир-ва актив пасив </pre>
Склад — Вантажний автомобіль	<pre> склад → авто → вантажний навантажувач авто пасив актив пасив </pre>	Малогабаритний склад — Пристрій для обслуговування стелажів	<pre> мало- → автомат- → пристрій габаритн. розподіл для обсл-ня склад транспорт. стелажів засобів пасив актив пасив </pre>
Роликовий транспортер — Склад	<pre> роликовий → робот → склад транспортер пасив актив пасив </pre>	Роликовий транспортер — Роликовий транспортер	<pre> роликовий → роликовий транспортер транспортер актив пасив </pre>

1	2	3	4
Автоматичний наземний транспортер – Засоби виробництва		Склад – Вантажний автомобіль	склад пасив → вантажний автомобіль актив
→ : Перевалка Автоматичний наземний транспортер		Робочий персонал – Робочий персонал	робочий персонал актив → робочий персонал пасив

Судно й залізничні вагони. При згадуванні судна й залізничних вагонів мова звичайно йде про пасивні робочі ресурси. Перевалка може відбуватися за допомогою третього активного робочого ресурсу. Наприклад, цим активним робочим засобом є козловий кран (мостовий кран). Операції перевалки із судна у вагон складаються із двох єдиних операцій:

- перевалки із судна (пасивна) на кран (активна);
- перевалки із крана (активна) у вагон.

Кожне переправляння товарів з одного робочого ресурсу на інший є перевалочною операцією, де відповідно один учасник є активним, а інший пасивним. На практиці перевалка із судна у залізничний вагон відбувається, як правило, через склад.

Склад (піддони) і вантажні автомобілі. У цьому прикладі обидва робочі ресурси є пасивними, тому повинен застосовуватися транспортний засіб – штабелеукладач, ще може піднімати і транспортувати піддони, він належить до активних робочих ресурсів. Також у цьому випадку увесь процес перевалки складається із двох окремих операцій, при яких завжди виходить така послідовність і пасивний – активний – пасивний робочий ресурс. За цією схемою також можна розкласти й подати комплексні операції перевалки.

Роликовий транспортер і склад (буфер). Роликовий транспортер, може використовуватися і як пасивний, і як активний робочий ресурс. Якщо він застосовується як пасивний робочий ресурс, необхідно використовувати активний робочий ресурс – робот. Він перекладає упаковані одиниці вантажу з роликового транспортера на піддони, які служать буфером.

Автоматичні наземні транспортери без вантажозахоплювального пристрою й засобів виробництва є пасивними робочими ресурсами, що можуть застосовуватися винятково для транспортування. Також засоби виробництва, наприклад монтажні станції, металообробні верстати або ковальськопресові машини є, як правило, пасивними робочими засобами. Як третій, активний робочий ресурс в цьому випадку можна застосовувати робота.

Автоматичні наземні транспортери з вантажозахоплювальним пристроєм і засобом виробництва є активними робочими ресурсами і можуть застосовуватися для прямої перевалки без використання третього робочого ресурсу.

Малогабаритні склади й пристрій, що обслуговують стелажі. Перевалка з малогабаритного складу на пристрій, що обслуговує стелажі, виконується через активний робочий ресурс, а саме, автоматичний сортувальний транспортний засіб, що пересувається по доріжках між стелажми і може знімати вантажні одиниці завдяки телескопічній вилці й потім транспортувати їх із міжстелажного проходу. Сортувальний транспортний засіб їде в кінець міжстелажного проходу до пристрою, що обслуговує стелажі. При цьому відбувається перевалка із сортувального транспортного засобу з вантажними одиницями на пристрій, що обслуговує стелажі, і який є пасивним.

Роликовий транспортер і роликовий транспортер. Роликовий транспортер або, приміром, підвісний ланцюговий транспортер та інші робочі ресурси можуть експлуатуватися як активно, так і пасивно. Якщо перевалка повинна відбуватися між двома вказаними вище робочими ресурсами, тоді потрібно визначити, який робочий засіб працює активно, а який пасивно.

Пряма перевалка між двома пасивними робочими ресурсами неможлива. В окремих випадках можлива перевалка між двома активними ресурсами. Щоправда тоді необхідне точне налаштування й синхронізація між двома робочими ресурсами.

Контейнерний склад і вантажні автомобілі. У випадку, якщо вантажний автомобіль має вантажозахоплювальний пристрій, тоді він може виступати як активний робочий ресурс. Внаслідок цього можлива пряма перевалка контейнерів, як пасивного робочого ресурсу, на вантажний автомобіль. При цьому вантажний автомобіль під'їжджає під контейнер, розташований на чотирьох підпірках, і піднімає його з підлоги за допомогою піднімального пристрою.

Людина й людина. Перевалка між двома людьми відбувається, як правило, як перевалка між двома активними робочими ресурсами. Тут особливо добре видно, що між ними має бути узгодження і вони повинні діяти активно.

Наведені приклади являють собою деякі процеси перевалки, що відбуваються у внутрішньовиробничій і у позавиробничій зонах. При цьому комплексні процеси перевалки можна розкласти на окремі компоненти, щоб можна було уявити такі операції, як послідовність окремих процесів перевалки. При цьому необхідно, щоб активні й пасивні робочі процеси завжди працювали разом. Якщо для процесу перевалки між двома пасивними робочими ресурсами використовується активний робочий ресурс, тоді, як правило, він є маніпуляційним або підйомно-транспортним засобом.

Приклади перевалки у внутрішньовиробничому матеріальному потоці. Перевалка у внутрішньовиробничому матеріальному потоці характеризується великою кількістю різноманітних перевалочних операцій. Також і види товарів, що зазнають перевалки, є різноманітними. У позавиробничих сферах дрібного товару, як правило, перекладаються нормовані одиниці вантажу, такі як палети, контейнери та ін. У внутрішньовиробничій сфері перекладаються геометрично дуже відмінні товари. Робочими ресурсами для операцій перевалки у цих випадках служать робочий персонал, штабелеукладачі й роботи. Ці операції перевалки можуть бути роз'яснені на двох прикладах.

Перевалочними операціями з роботом, приміром, є штабелювання вантажу і зняття вантажу з піддонів, а також розвантаження й навантаження машин. При штабелюванні та знятті вантажу з піддонів товари з піддонів перекладаються за допомогою робота на наступний пасивний робочий ресурс, наприклад, похилий гвинтовий транспортер або стрічковий транспортер. У зоні завантаження й розвантаження машин перевалці підлягають, з одного боку, заготовки й готові деталі, а з іншого боку – інструменти, із заготовительного пункту на виробничі засоби (машини). Із заздалегідь заготовленого місця товари перевантажуються через такі перевалочні операції:

- заготовлене місце (пасивно);
- перевалка;
- транспортні системи без водія (FST) з вилючною піднімальною платформою (активно);
- перевалка;
- місце розвантаження (пасивно);
- перевалка;
- пристрій, що обслуговує стелажі (активно);
- перевалка;

– багатоярусний склад/стелаж (пасивно).

Навантажувач – це активний робочий засіб. Він може дуже гнучко застосовуватись для з'єднання пасивних робочих ресурсів як складських, так і виробничих засобів або двох складських засобів. При цьому кожний захват і вивільнення вантажу розглядається як перевалочна операція. При включенні таких функцій, як, наприклад, транспортування, також можуть утворюватися комплексні перевалочні операції.

Приклади перевалки на стику між внутрішньовиробничими й зовнішньовиробничими матеріальними потоками. Перевалка дрібного вантажу із внутрішньовиробничої у зовнішньовиробничу зону виконується, як правило, із підйомно-транспортних і складських засобів на транспортний засіб у дорожній і залізничній мережі. Стик утворює навантажувальну зону. Потік товарів може йти назовні з підприємства в трафік (транспортування) і навпаки. На рис. 3.25 наведено окремі завдання, що виникають у цій зоні.

Технічне оснащення визначається за допомогою таких виробничих факторів:

- виду товару;
- ваги товару;
- габаритів товару;
- продуктивності перевалки й багато чого іншого.

Вантажі, що перевантажуються, часто обладнані допоміжними засобами навантаження – піддонами й контейнерами.

У навантажувальній зоні інфраструктура має особливе значення, вона передбачає всі споруди, що зустрічаються при навантаженні й розвантаженні вантажних автомобілів і залізниць.

При навантаженні й розвантаженні розрізняють граничні умови:

- навантаження й розвантаження без вантажної платформи;
- навантаження й розвантаження з вантажною платформою.

Якщо в наявності немає вантажної платформи, то транспортні засоби можуть бути завантажені й розвантажені вручну, за допомогою піднімальної платформи, кранів, безперервного конвеєра і штабелеукладача. Ручне навантаження й розвантаження пов'язане з важкою фізичною працею через підйом і опускання товарів на навантажувальну площадку. Щоб вирівняти навантажувальну площадку з рівнем вантажу, застосовують піднімальні платформи. Завдяки цьому можливо заїжджати на площадку навантаження наземними підйомно-транспортними засобами, наприклад, виловними підйомниками й автонавантажувачами. Вантаж піднімається до транспортного засобу за допомогою піднімальної платформи, що може бути пересувною, або з платформи вантажного автомобіля опускається на рівень вантажу.

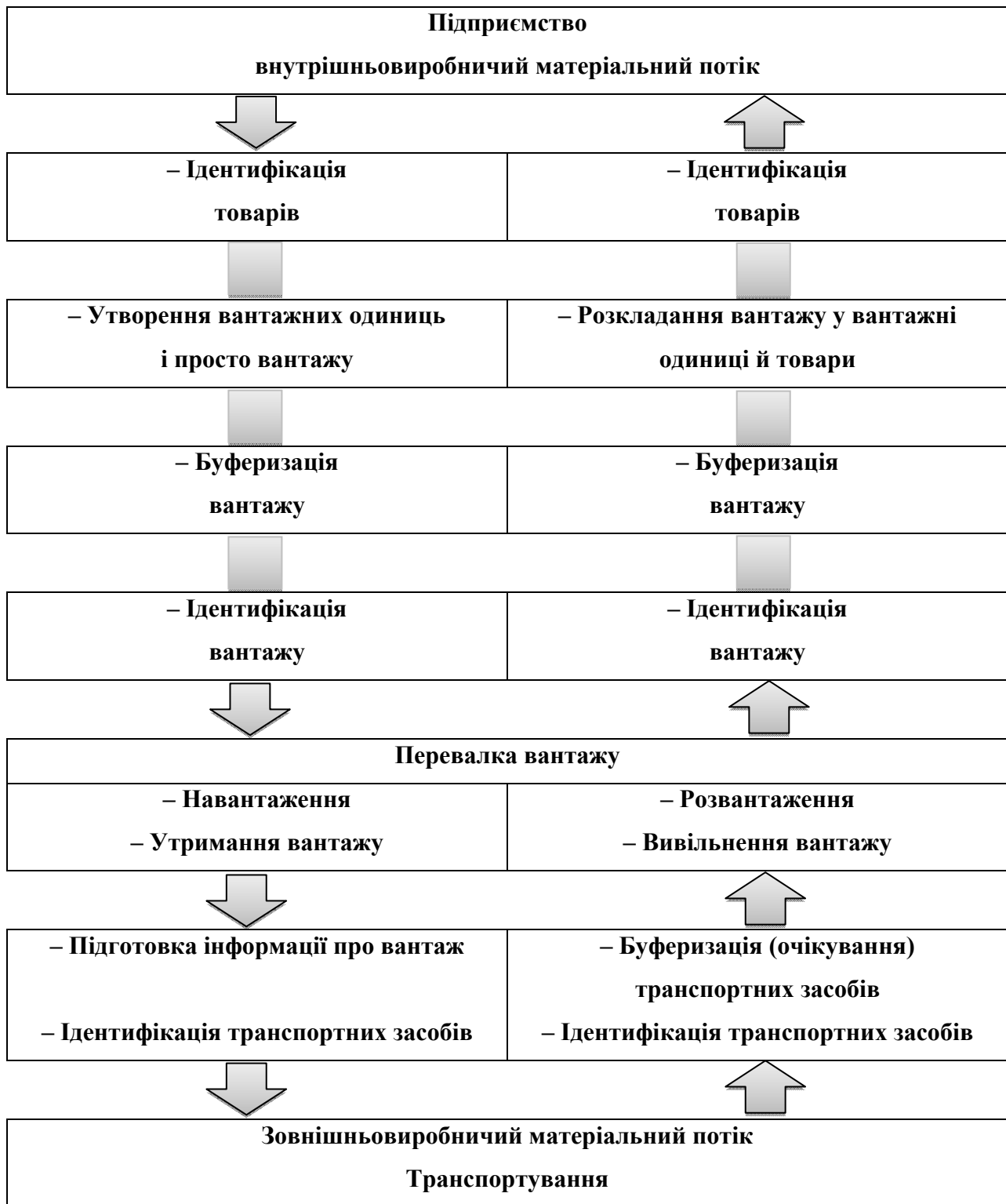


Рис. 3.25. Завдання навантажувальних зон на стику між внутрішньо- і зовнішньовиробничим матеріальними потоками

Навантаження й розвантаження за допомогою кранів передбачає, що транспортні засоби відкриті зверху. Це значить, що можливо не тільки

спланувати навантажувальну площадку, але й видалити стояк. Тому що вантажівка із привареним стояком дуже обмежена у доступі зверху. Особливо крани застосовуються для громіздких і важких вантажів, таких як довгомірні вантажі й контейнери. Безперервні конвеєри, а саме стрічкові конвеєри, забезпечують навантаження з підлоги до площі навантаження, тоді вантаж на площадці навантаження розміщується вручну.

З вантажною платформою навантаження й розвантаження значно полегшене, тому що можлива передача вантажу на одному рівні. Завдяки цьому можливий проїзд по навантажувальній площі робочими засобами, що беруть участь у перевалці.

Розрізняють залежно від умов такі вантажні платформи (рис. 3.26):

- бічна вантажна платформа;
- тупикова вантажна платформа;
- пилкоподібна вантажна платформа;
- вантажна док-платформа.

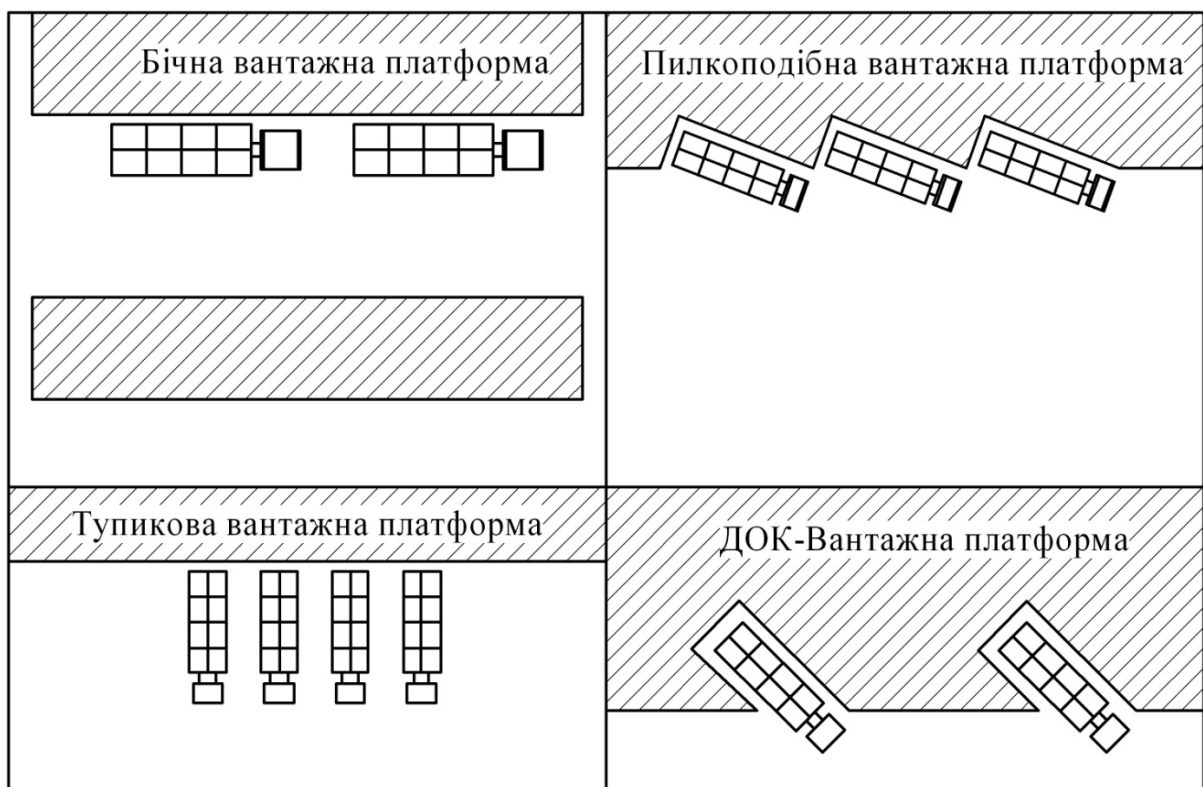


Рис. 3.26. Діючі форми вантажних рамп для навантаження й розвантаження вантажного транспорту

Бічна вантажна платформа часто застосовується біля будови. У цьому випадку транспортні засоби завантажуються й розвантажуються з однієї сторони. При використанні тупикової вантажної платформи доступ можливий

тільки із хвостової частини. При цьому вантажні автомобілі розміщені, як правило, поза будовою.

Щоб навантажувальну зону захистити від погодних умов, застосовують ворота з різним технічним оснащенням, які завдяки гумовим ущільнювачам усувають зазор між будівлею і транспортним засобом.

Пилкоподібна вантажна платформа й вантажна док-платформа дають змогу обслуговувати транспорт з більшої площі, при обох згаданих вище видах платформ. При цьому можливе обслуговування і з хвостової частини, і з боку одночасно. У вантажній док-платформі одночасно можуть обслуговуватися хвостова частина й обидві сторони.

Якщо використовуються вантажні платформи, потрібно звертати увагу на перепад рівня між дорогами або рейками і рівнем розвантаження. Цей перепад рівня, як правило, вирівнюється. Зрівнювання перепаду може відбуватися за допомогою низької вантажної платформи, перевантажувальних металевих листів, перевантажувальних мостів і підйомника із платформою. Низька вантажна платформа дозволяє, щоб транспортний засіб заїжджав у заглибини, й у такий спосіб досягався однаковий рівень. Перевантажувальні металеві листи і перевантажувальні мости є платформами, що знаходяться між фіксованою вантажною платформою й площею навантаження. Перевантажувальні мости бувають поворотними і при цьому регульованими по висоті. Підйомник із платформою забезпечують підйом транспортного засобу на необхідну висоту.

Для високої продуктивності розроблені в сфері навантаження й розвантаження вантажних автомобілів розроблені механічні й автоматичні перевалочні системи. Вони подані тут як приклад для системи перевалки навантажувальної зони. Ці системи можуть працювати з малою кількістю персоналу, або взагалі без нього, тому що навантаження й розвантаження транспортних засобів здійснюється самостійно водієм цього засобу, залежно від обставин у будь-який денний і нічний час.

Можна розрізняти три різних принципи навантаження й розвантаження вантажного транспортного засобу:

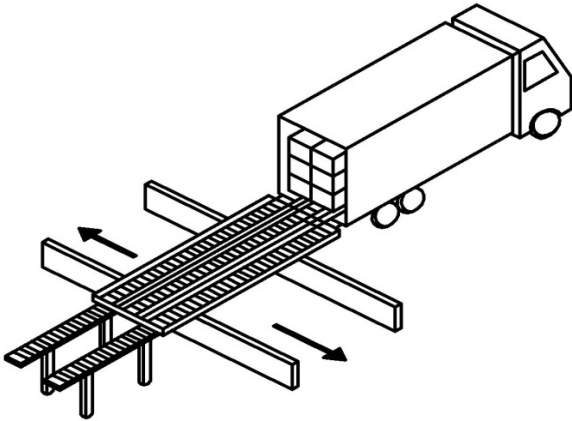
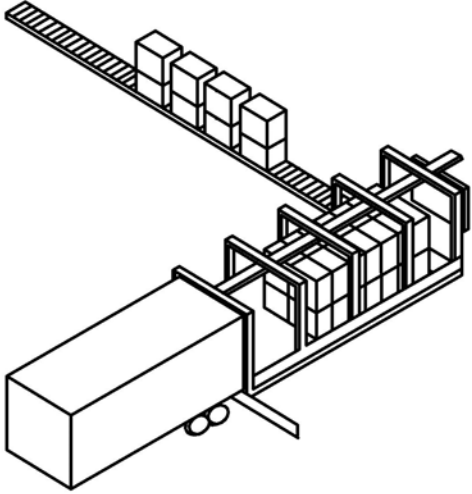
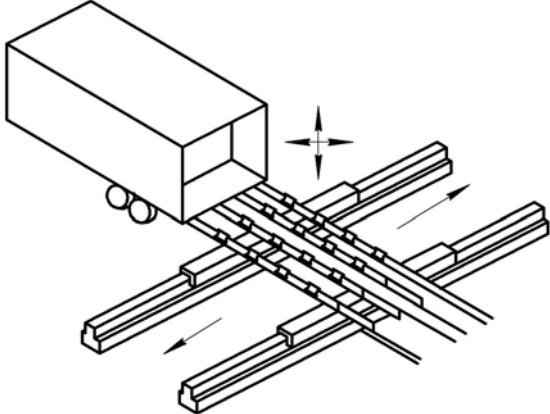
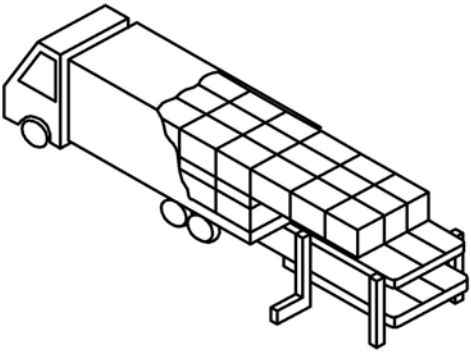
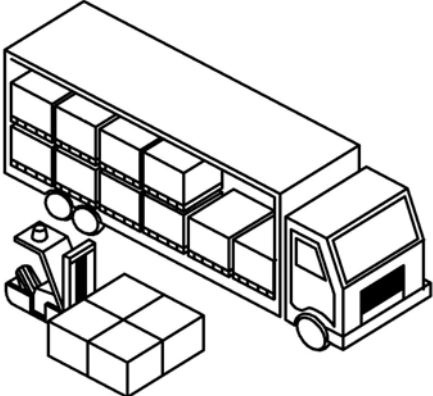
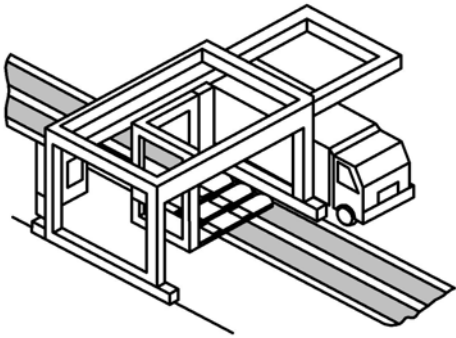
- навантаження й розвантаження вантажного автомобіля з хвоста;
- навантаження й розвантаження вантажного автомобіля збоку й знизу;
- навантаження й розвантаження вантажного автомобіля зверху.

Для навантаження й розвантаження вантажного автомобіля з хвоста застосовується, як правило, повне навантаження відразу на навантажувальну площадку. Чотири системи як приклад показані в табл. 3.37:

- система перевалки з рольгангом;
- система навантаження з роликовою платформою;
- система перевалки із транспортером на вантажних ланцюгах;
- система перевалки з роликовими піддонами.

Таблиця 3.37

Приклади механічних та автоматичних систем навантаження
й розвантаження вантажних автомобілів

	
<p>Система перевалки з рольгангом</p>	<p>Система навантаження з роликовою платформою</p>
	
<p>Система перевалки на ланцюгових конвеєрах</p>	<p>Система перевалки з роликовими піддонами</p>
	
<p>Система перевалки з вилочним навантажувачем (вилі із чотирма зубами)</p>	<p>Система перевалки з порталом</p>

Система роликів конвеєрів. Із зони комісіонування одиниці вантажу проходять через роликові конвеєри, встановлені на поперечно рухливому візку. При цьому кожний із трьох роликів конвеєрів на рухливому візку може позиціонуватися за допомогою підходящого зрушення перед роликів конвеєром, що прямує зі складської зони. Якщо вантаж приведений у готовність, рухливі візки пересуваються перед зоною навантаження вантажного автомобіля. Тоді приведені в рух роликові конвеєри транспортують вантаж у вантажний автомобіль, що також оснащений рольгангами. Розвантаження відбувається в зворотному напрямку, це значить, що порожній рухливий візок під'їжджає до зони навантаження вантажного автомобіля. Рольганги у вантажному автомобілі й на рухливому візку приводяться в дію і транспортують одиниці вантажу на рухливий візок, який у свою чергу може їх перемістити через наступні роликові конвеєри впритул до складу.

Система навантаження з роликовою платформою. З безперервного конвеєра прибувають вантажні одиниці через піднімальний стіл роликової платформи. Роликові платформи обладнані поворотними роликами. Якщо дві вантажні одиниці надходять на роликову платформу, тоді ця пара рухається в напрямку зони навантаження вантажного автомобіля по роликах за допомогою штовхача. Так із вантажних одиниць утвориться цільний вантаж, що стоїть на роликовій платформі. Потім роликова платформа, включаючи штовхач, подається на площадку навантаження вантажного автомобіля. Штовхач утримує вантаж на зоні навантаження вантажного автомобіля доти, доки роликова платформа не повернеться назад на навантажувальну площадку і буде готова для нового вантажу в зоні навантаження. При цьому одиниці вантажу утримуються штовхачем і зрушуються роликовою платформою. Система може бути застосована винятково для навантаження.

Система перевалки на ланцюгових конвеєрах. На поперечно рухливому візку перебувають ланцюгові конвеєри, що складаються з несучого транспортера і ланцюгового конвеєра. За допомогою поперечного пересування візок може переїжджати на різні перевантажувальні станції, де вантажні одиниці, встановлені на європіддони, можуть бути завантажені на нього. Потім вантаж встановлюється на ланцюговий конвеєр. Якщо вантаж зібраний, то пересувний візок під'їжджає до площадки навантаження вантажного автомобіля.

Вантажні ланцюги, що перебувають у порожнечах європіддонів, підіймаються за допомогою пневматики. Коли несучий ланцюг заходить на підлогу навантажувальної площадки в просторі вантажного автомобіля, пневматичні вантажні ланцюги знову опускаються донизу. Тепер піддони

розташовані прямо на площадці навантаження вантажного автомобіля. Несучі ланцюги вилучаються з-під піддонів з вантажного відсіку. Розвантаження виконується у зворотному порядку.

Система перевалки з роликowymi піддонами. Вантажні одиниці заготовлюються на роликowych піддонах на стояку, що приблизно займає розмір площадки навантаження вантажного автомобіля. Роликові піддони на стояку стоять на напрямних. Якщо весь вантаж зібраний, він затягується за допомогою електричного тросового приводу в кузов вантажного автомобіля. Проміжок напрямних, по якому пересуваються роликові піддони, звужується в напрямку транспортного засобу, щоб завдяки цьому відбулось ущільнення вантажу. Недоліком у цій системі є необхідність у роликowych піддонах або роликowych підставках.

Крім цих чотирьох систем, наведених у табл. 3.43, існують ще інші системи, як, наприклад, навантаження й розвантаження вантажного автомобіля автоматичним вилочним транспортером, який із двома європалетами може заїхати у кузов.

У табл. 3.43 наведені дві системи, що здійснюють навантаження й розвантаження вантажного автомобіля з поздовжньої сторони.

Система перевалки з вилочним навантажувачем (вилі з чотирма зубами). Вилочний навантажувач із вилами, що мають чотири зуби, здатний одночасно прийняти на себе до чотирьох вантажних одиниць на піддонах. Якщо він використовується в закритих приміщеннях, застосування електричного приводу є раціональним. Тоді енергозабезпечення здійснюється через кабель. Кабель намотаний на кабельний барабан, що приводиться в дію мотором.

Система перевалки з порталом. Система перевалки може знімати одночасно чотири вантажні одиниці на піддонах. Ці вантажні одиниці разом рухаються по рольгангу до порталу. Перший блок, що зазнає перевалки, складається із чотирьох вантажних одиниць. Він перекладається на платформу для вантажу при ручному керуванні. При цьому актуальні дані керування порталом записуються так, щоб наступні операції розвантаження могли здійснюватися автоматично.

Також до описаних вище методів можна додати інші приклади. Наприклад, існує навіть «машина перевалки» у вигляді порталу, яка може одночасно перевантажувати до шести вантажних одиниць.

Приклади перевалки у позавиробничому матеріальному потоці. Щоб здійснити швидку перевалку й точне транспортування великих обсягів

вантажу, останніми роками дедалі більше застосовуються нормовані й змінні контейнери. Таким чином, перевалка контейнерів займає значущу частину у позавиробничому матеріальному потоці.

Із чотирма транспортними засобами:

- автомобільні транспортні засоби (вантажні автомобілі);
- залізничні транспортні засоби (залізниця);
- повітряні транспортні засоби (літаки);
- водні транспортні засоби (судна).

Можна утворити десять різних комбінацій перевалки між двома транспортними засобами із цього списку. При цьому береться до уваги, що рух товарів між двома транспортними засобами може відбуватися в обидві сторони і можлива перевалка між двома однаковими транспортними засобами. Це значить, що існують такі можливі перевалки:

- автотранспортний засіб – автомобільний транспортний засіб;
- автотранспортний засіб – залізничний транспортний засіб;
- автотранспортний засіб – повітряний транспортний засіб;
- автотранспортний засіб – водний транспортний засіб;
- залізничний транспортний засіб – залізничний транспортний засіб;
- залізничний транспортний засіб – повітряний транспортний засіб;
- залізничний транспортний засіб – водний транспортний засіб;
- повітряний транспортний засіб – повітряний транспортний засіб;
- повітряний транспортний засіб – водний транспортний засіб;
- водний транспортний засіб – водний транспортний засіб.

Перераховані можливі перевалки роз'яснюються далі, але перевалка *«повітряний транспортний засіб – водний транспортний засіб»*, що, як правило, на практиці не здійснюється, надалі не буде розглядатися.

Перевалка на водному й повітряному транспортному засобах часто відбувається через перевалочний термінал, що є просторово обмеженою спорудою і має в розпорядженні, крім техніки перевалки, відповідну організацію послуг. Перевалочні термінали особливо необхідні тоді, коли мова йде про перевалку контейнерів. Але перевалка може відбуватися й прямо, коли, наприклад, здійснюють передачу змінного контейнера на вантажний автомобіль. Також перевалка вантажних одиниць може відбуватися просто із залізничного вагона на вантажний автомобіль.

На прикладі морського портового перевалочного й аеропортового терміналів описані різні можливості перевалки.

Перевалка між дорожніми, рейковими й водними транспортними засобами. На рис. 3.27 зображений морський портовий термінал. Такі віддалені один від одного економічні райони, як, наприклад, Австралія, США і Європа, пов'язані один з одним за допомогою морських портових термі-

налів, щоб зміг відбутися обмін товарами. Товари транспортуються до терміналу на автомобільному або залізничному транспортному засобі і перевантажуються там на морське судно через проміжне зберігання. Цей процес, звичайно, також може відбуватися у зворотному порядку, при чому завданням проміжного зберігання є не нагромадження товарів, а розподіл їх. Проміжні склади необхідні для просторової та тимчасової буферизації вантажних одиниць через велику транспортну ємність суден. Устаткування, як правило, перебуває під відкритим небом, проте існує можливість установити навіс, щоб захистити товари від погодних умов.

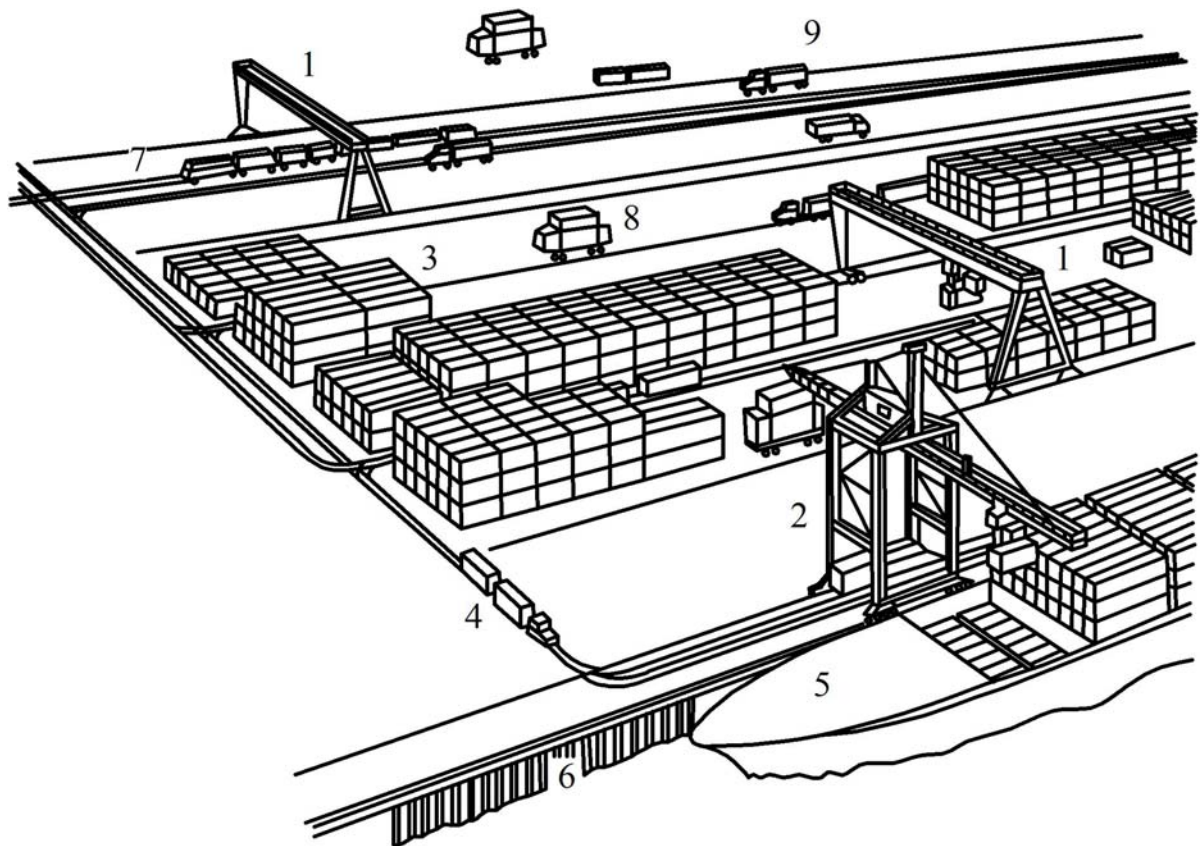


Рис. 3.27. Перевантажувальний комплекс із доступом до автомобільного, залізничного та водного транспорту (термінал морського порту):
 – козловий кран; 2 – контейнерний перевантажувач; 3 – контейнерний склад;
 4 – тягач з контейнерами; 5 – судно-контейнеровіз; 6 – причал;
 7 – козловий перевантажувач або річстакер на пневмоколісному ході;
 8, 9 – вантажівка

Щоб термінал міг виконувати свої завдання, необхідні різні процеси перевалки з різними робочими ресурсами. Перевалка з вантажного автомобіля або на вантажний автомобіль відбувається, наприклад, за допомогою козлових кранів або річстакером або за допомогою козлового перевантажувача на пневматичному ході.

Річстакер на пневмоколісному ході має перевагу, тому що він може дуже гнучко застосовуватися в різних місцях. Відповідно він може під'їхати до вантажного автомобіля, у той же час для перевалки з козловим краном вантажний автомобіль повинен заїхати в робочу зону козлового крана. В обох випадках мова йде про активну перевалку, тому що робочі засоби, які здійснюють перевалку, в обох випадках мають у своєму розпорядженні вантажопідйомний засіб.

Контейнери перевантажуються з козлового крана або з річстакера на пневмоколісному ході на тягач, що пересувається в зоні термінала й транспортує контейнери в проміжний склад, що обслуговується іншим козловим краном, де вони перевантажуються вдруге. У складі, що обслуговується козловим краном, можна здійснити потрібне штабелювання контейнерів у блок. Якщо вантажний автомобіль був розвантажений козловим краном, також можлива наступна перевалка на тягач. Крім того, у цьому випадку контейнери можна зберігати в рядах, щоб дати можливість проїзду річстакеру на пневмоколісному ході. Якщо необхідно здійснити навантаження судна, контейнери із проміжного складу укладаються на тягач. Тягачі їдуть у робочу зону контейнерного перевантажувача, де контейнери перевантажуються на судно.

При розвантаженні судна матеріальний потік і операції перевалки протікають у зворотному напрямку. Операції перевалки в описаних перевалочних терміналах можуть відбуватися в різних транспортних ланцюгах. Це демонструють такі приклади:

1-й приклад

- автомобільний транспортний засіб;
- річстакер на пневмоколісному ході;
- проміжний склад;
- річстакер на пневмоколісному ході;
- тягач;
- контейнерний перевантажувач;
- водний транспортний засіб;

2-й приклад

- автомобільний транспортний засіб;
- річстакер на пневмоколісному ході;
- тягач;
- козловий кран;
- проміжний склад;
- козловий кран;
- тягач;
- контейнерний перевантажувач;
- водний транспортний засіб;

3-й приклад

- залізничний транспортний засіб;
- річстакер на пневмоколісному ході;
- тягач;
- козловий кран;
- проміжний склад;
- козловий кран;
- тягач;
- контейнерний перевантажувач;
- водний транспортний засіб.

Крім цих наведених прикладів можливі ще інші комбінації. При цьому застосовуються активні робочі ресурси, такі як річстакер на пневмоколісному ході, козлові крани й контейнерні перевантажувачі, що з'єднують один з одним пасивні робочі ресурси (автомобільні, залізничні й водні транспортні засоби).

Також для перевалки з одного автомобільного транспортного засобу на інший можна використовувати річстакер на пневмоколісному ході і портальний кран. Для перевалки з одного залізничного транспортного засобу на інший, як правило, застосовуються тільки козлові крани. Така перевалка надалі не буде розглядатися.

Перевалка між автомобільним, залізничним і повітряним транспортними засобами. На рис. 3.28 зображений аеропортовий перевалочний термінал без навісу. Однак, як правило, вони криті дахом. Навантаження й розвантаження літаків у цілому можна розділити на 6 робочих процесів. Вони перераховані в окремих прикладах навантаження:

- доставка товарів до перевалочного терміналу залізничним або автомобільним транспортним засобом.;
- вхідний огляд товарів. Тут також вимірюється вага, що особливо важливо для повітряного транспорту;
- складування товарів. Тут часто застосовуються стелажі, тому що у повітряному русі товарів використовуються піддони з вантажними одиницями;
- навантаження контейнерів для повітряного транспорту;
- формування повного вантажного літака за допомогою окремих засобів, наприклад, рольгангів;
- завантаження літака за допомогою відповідних робочих ресурсів, як, наприклад, тягач із візком для транспортування контейнерів до літака або мобільні стрічкові транспортери й піднімальні платформи для перевалки в літак. Контейнери, залежно від моделі літака, завантажуються на одну або дві

палуби. На авіаційній палубі вони можуть пересуватися по спеціальних роликкоопорах.

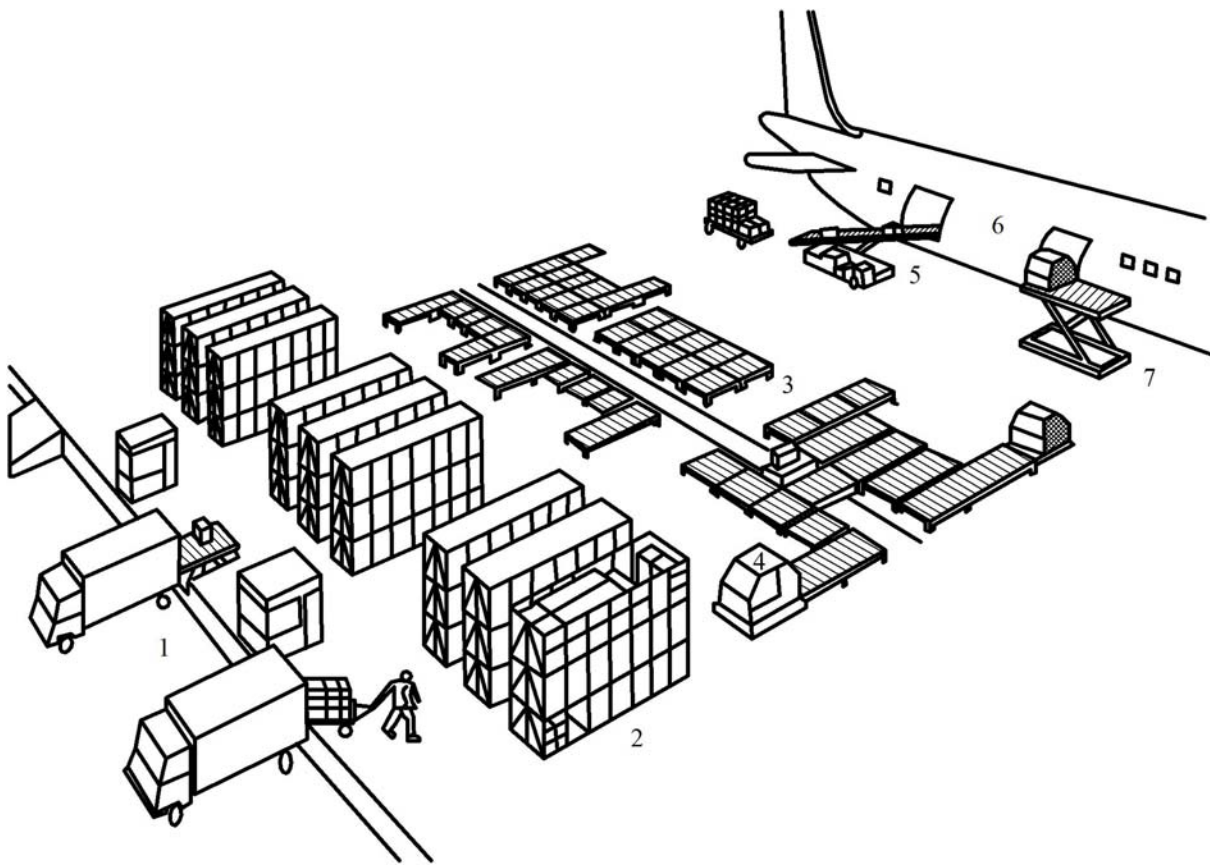


Рис. 3.28. Перевантажувальний комплекс із доступом до автомобільного та повітряного транспорту (термінал аеропорту): 1 – вантажівка. Завантаження та розвантаження; 2 – стелаж; 3 – пристрій розподілу вантажу; 4 – контейнер для авіаперевезень; 5 – стрічкові конвеєри; 6 – літак; 7 – підйомний стіл

Приклад перспективної горизонтальної перевалочної системи для залізничних транспортних засобів. Сучасні системи перевалки в сфері залізничних транспортних засобів мають як недолік великі сортувальні станції й повільну перевалку товарів. Тому автомобільні транспортні засоби в певних сферах мають перевагу. Але, щоб зупинити цю тенденцію, необхідно реалізувати швидку доставку малих обсягів дрібногабаритного вантажу. Для цього була розроблена нова система транспортування контейнерів із новим перевалочним оснащенням, при якому можна було б відмовитися від традиційної перевалки товарів і формування залізничних вагонів. До нового перевалочного оснащення належать усі учасники ланцюга матеріального потоку, а також відповідні транспортні, складські засоби й автомобільні транспортні засоби.

Контейнер може, наприклад, мати площадку, розраховану на чотири європіддони. Звідси необхідна довжина складу 1 750 мм, ширина 2 600 мм, висота 2 500 мм і фактичний обсяг близько 8,5 м³. Для транспортування вантажів шириною понад 2 500 мм потрібний спеціальний дозвіл. Вага бруutto має становити близько 4 т. Контейнер повинен бути придатним до автоматичного маніпулювання і для транспортування на підйомно-транспортних засобах постійної дії, наприклад, на роликових конвеєрах.

При ширині контейнера 2 600 мм досягається вигідніше завантаження вантажного автомобіля й більша доступність бічних дверей контейнера.

На рис. 3.29 наведена концепція нової системи перевалки. Ця система є повністю автоматизованою. При цьому можлива така перевалка:

- залізничні транспортні засоби – залізничні транспортні засоби;
- залізничні транспортні засоби – автомобільні транспортні засоби;
- автомобільні транспортні засоби – залізничні транспортні засоби.

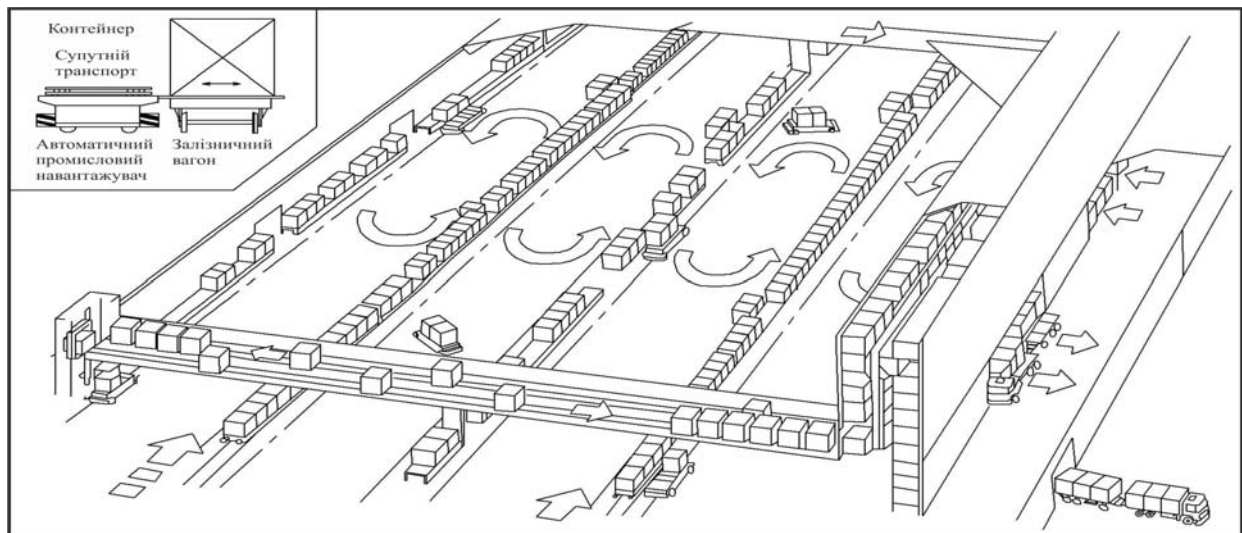


Рис. 3.29. Приклад горизонтального розташування контейнерів для залізничного транспорту

При перевалці між автомобільними і залізничними транспортними засобами з міркувань виробничого процесу передбачений проміжний склад.

Для перевалки контейнерів на залізничні транспортні засоби необхідна розробка нових автоматичних підлогових транспортних засобів з вантажозахоплювальними пристроями. Щоб уникнути великих перекидних моментів при бічному прийомі контейнера, приймання вантажу відбувається знизу. До контейнера потрібно під'їжджати так, щоб транспортний засіб-шатл (човник), що перебуває на автоматичному підлоговому транспортному засобі та застосовується як вантажозахоплювальний пристрій, міг заїхати під контейнер. Таким чином, здійснюються дві операції перевалки. З одного боку,

контейнер перекладається на шатл, з іншого боку, контейнер і шатл разом зазначають перевалки на автоматичний підлоговий транспортний засіб, причому шатл в обох випадках є активним робочим засобом. Тут можливе подолання невеликих перепадів висот.

Подальша перевалка контейнерів може виконуватися автоматичними підлоговими транспортними засобами до накопичувальних пунктів у зону станційних платформ або через перевалку на ліфтах і роликовому конвеєрі на проміжний склад і звідти – на автомобільні транспортні засоби.

За допомогою наведеної системи можливо завантажувати або розвантажувати в середньому 95 контейнерів на потяг за допомогою лише 30 автоматичних підлогових транспортних засобів протягом 20 хв. Кожен автоматичний підлоговий транспортний засіб робить при цьому в середньому близько трьох робочих циклів за 20 хв. Для вантажного потяга необхідно в такому випадку близько 30 хв для перебування на терміналі, якщо виходити з того, що необхідно 10 хв на прибуття й відправлення поїзда зі станції.

Список літератури до розділу 3

1. Iunemann R. Materialfluss und Logistik/ R. Iunemann// Springer Verlag, 1989. – 600 p.
2. Bauer U. Vogel-Verlag / U. Bauer, Verpackung // Wurzburg, 1981. – 268 p.
3. Appelt G. Stuckgutlagerung /G. Appelt, H.Krampe// VEB Verlag Technik, Berlin, 1985. – 320 p.
4. Baumgarten H. Voraussetzungen automatisierter Lager aus: Betriebstechnische Reihe, RKW/REFA, Beuth Verlag / H. Baumgarten, H. Bockmann, M. Gail // Berlin, Koln, 1978. – 188 p.
5. Optimale Steuerung für Hebe- und Fördermaschinen : навч. посібник / O. Grigorov, V. Svirgun, G. Anishchenko, W. Stryzhak, A. Okun. – Харків: НТУ «ХП», 2013. – 240 с. – Нім. мовою.
6. Григоров О.В. Ліфти : навч. посіб. / О.В. Григоров, В.В. Стрижак, Г.О. Губський та ін. – Харків : НТУ «ХП», 2016. – 172 с.
7. Григоров О.В. Металеві конструкції підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх, меліоративних машин : навч. посібник / О.В. Григоров, Г.О. Аніщенко, Н.О. Петренко. – Харків : НТУ «ХП», 2011. – 516 с.
8. Григоров О.В. Раціональні приводи підйомно-транспортних, дорожніх машин та логістичних комплексів : монографія / О.В. Григоров, В.В. Стрижак, Н.О. Петренко та ін. – Харків : ХНАДУ, 2016. – 352 с.
9. Григоров О.В. Гідравлічний привід підйомно-транспортних, будівельних та дорожніх машин : навч. посіб./О.В. Григоров – Харків : НТУ «ХП», 2005. – 264 с.

10. Григоров О.В. Вантажопідйомні машини : навч. посіб/О.В. Григоров. – Харків : НТУ «ХПІ». 2006. – 304 с.

11. Krause F. Schuttgutumschlag, FAM. FAM Forderanlagen Magdeburg, 2010. – 68 p.

Контрольні запитання

1. Розкрийте мету і суть процесу утворення вантажних одиниць.
2. Перерахуйте функції пакування і вимоги до нього.
3. Назвіть основні і допоміжні пакувальні засоби відповідно до їх тематики.
4. Назвіть класи матеріалів для пакування.
5. Що належить до пакувальних засобів, назвіть приклади найбільш часто використовуваних пакувальних засобів?
6. Дайте технологічну і функціонально-технічну класифікацію пакувальних машин.
7. Дайте визначення поняття «вантажна одиниця», назвіть її призначення і переваги.
8. Наведіть приклади допоміжних навантажувальних засобів.
9. Назвіть засоби кріплення вантажних одиниць.
10. Назвіть критерії вибору пакувальних матеріалів.
11. Розкрийте суть поняття «склад» та його функції.
12. Перелічте типи складів відповідно до їх призначення.
13. Назвіть типи конструкцій складів.
14. Перелічте основні типи складських засобів для зберігання штучного товару.
15. Перелічте основні типи підйомно-транспортних засобів на складі.
16. Назвіть структуру складської системи.
17. Розкрийте суть понять статичного і динамічного зберігання.
18. Назвіть різновиди підлогового зберігання штучних товарів.
19. Назвіть особливості складування на підйомно-транспортних засобах.
20. Назвіть вимоги до організації складу.
21. Перелічте статичні й динамічні величини організації складу.
22. Назвіть вимоги до організації складських процесів.
23. Опишіть мету і основні вимоги до управління складом.
24. Перелічте типи стратегій ведення складського господарства, стисло розкрийте їх суть.
25. Назвіть критерії вибору складського устаткування.

26. Переліchte показники продуктивності і витрат найважливіших складських засобів.
27. Яка техніка належить до підйомно-транспортної?
28. Назвіть завдання підйомно-транспортної техніки.
29. Опишіть структуру підйомно-транспортних систем.
30. Перерахуйте найважливіші транспортуючі засоби безперервного транспорту з рухом вантажу під дією сили тяжіння.
31. Перерахуйте найважливіші транспортуючі засоби безперервного транспорту з тяговим органом.
32. Перерахуйте найважливіші підвісні транспортуючі засоби постійної дії.
33. Перерахуйте найважливіші різновиди підлогових штабелерів.
34. Перерахуйте найважливіші різновиди автоматичних підлогових візків.
35. Перерахуйте найважливіші різновиди підйомників.
36. Перерахуйте найважливіші різновиди пролітних підйомно-транспортних машин циклічної дії.
37. Назвіть технічні засоби автоматичного керування і визначення положення підлогових транспортних засобів.
38. Розкрийте суть поняття «комісіонування вантажу».
39. Назвіть етапи процесу комісіонування.
40. Опишіть приклади реалізації систем комісіонування.
41. Назвіть етапи інформаційного потоку в процесі комісіонування.
42. Роль людини в сучасному процесі комісіонування.
43. Розкрийте суть поняття «перевалка».
44. Назвіть приклади операцій перевалки.
45. Переліchte форми рамп для навантаження й розвантаження вантажного транспорту, їх переваги і недоліки.
46. Назвіть складові частини термінала морського порту.
47. Назвіть складові частини термінала аеропорту.
48. Назвіть складові частини перспективних залізничних терміналів.

Розділ 4.

ПРИКЛАД РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ І ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ

4.1. Автоматичне формування вантажних одиниць

Перед тим як готова продукція покине підприємство, їй необхідне відповідне пакування, утворення вантажних одиниць і їх зберігання. Завдання полягає в тому, щоб запобігти руйнуванню або зсуву і падінню окремих частин вантажу. Це може істотно запобігти збитку і зниженню витрат. Через об'єднання вантажних одиниць стає можливим економне перевантаження штучних товарів. З цієї точки зору, формування вантажних одиниць є важливим компонентом системи матеріальних потоків. Для цього в матеріальний потік необхідно включити процес пакування, наприклад, повну автоматизацію матеріального потоку від утворення комплектів до розподілення [1].

Така інтеграція є прикладом системи матеріальних потоків, що може складатися з комбінації декількох середовищ обробки та машин для формування вантажних одиниць і багатоступеневого процесу автоматичного формування вантажних одиниць, такого як впровадження системи автоматизації. Оскільки тип і кількість комбінованих машин сильно відрізняються залежно від вимог системи, надалі буде подана особливо цікава лінія формування вантажних одиниць. Вона складається з компонентів автоматичного формувача (апарата, що формує ряди або шари штучних вантажів), автомата для обгорткування вантажної одиниці захисною плівкою з інтегрованою термоусадковою рамою, пристроєм охолодження і профілювання, а також станції з оборотним депо та приймальною станцією. Всі компоненти пов'язані через безперервний конвеєр (рис. 4.1).

Сьогодні автоматичний формувач, що належить до інтегрованого автомата для обгорткування вантажної одиниці захисною плівкою, наявний в продажу на ринку, але поєднання робота з повністю автоматичною машиною для формування вантажних одиниць на практиці зустрічається дуже рідко.

Особливість лінії формування безпіддонних пакетів проілюстрована на рис. 4.1.

Через штабелювання ємностей зі зменшеним цокольним базовим шаром пакетованого вантажу можна відмовитися від використання піддонів у транспортному ланцюгу, оскільки зменшений базовий шар без перешкод дозволяє використовувати автотранспортувач із виловним захоплювачем.

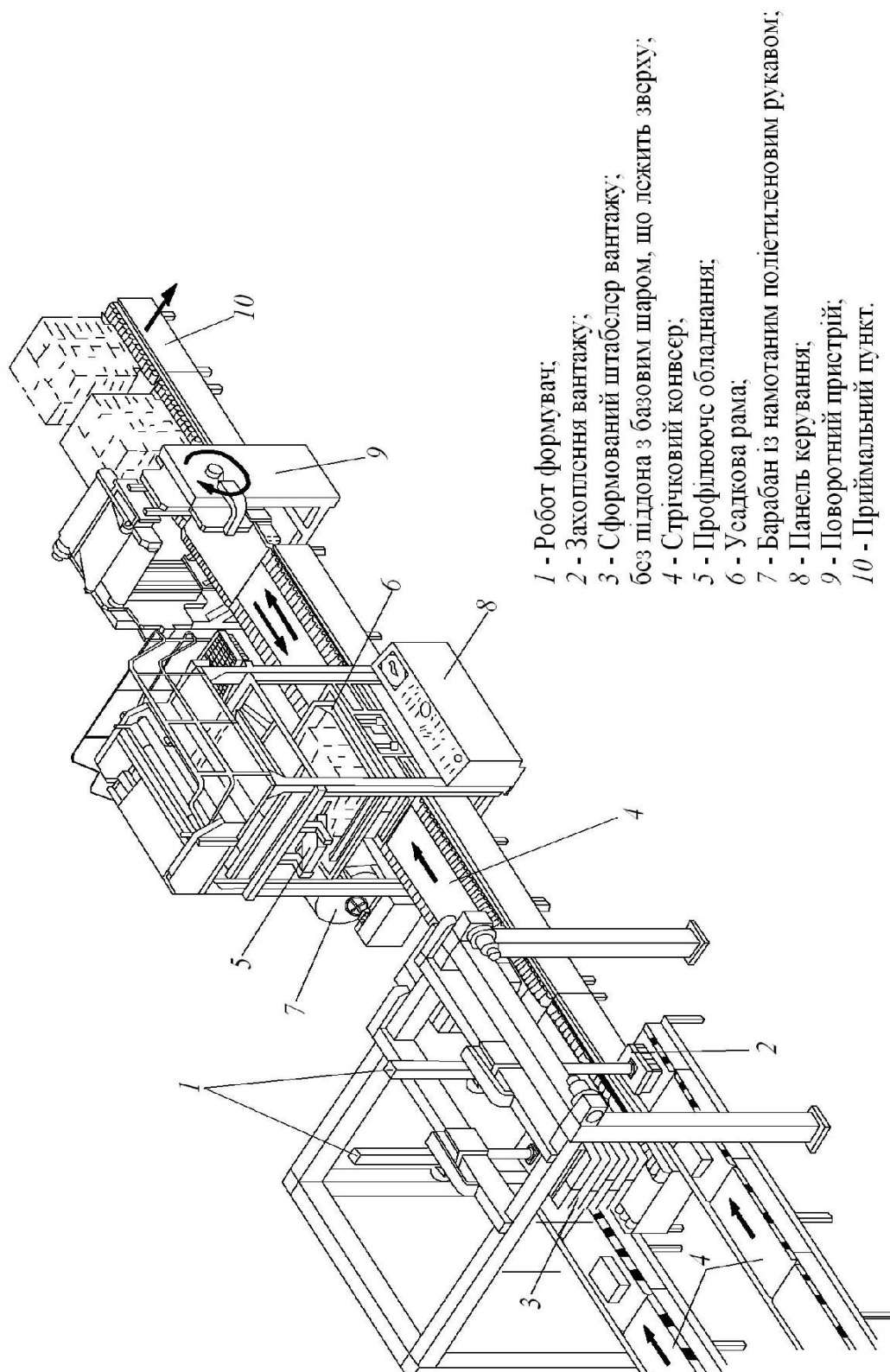


Рис. 4.1. Процес утворення безпіддонної вантажної одиниці

Переваги полягають у скороченні витрат і ефективному використанні існуючих складських приміщень.

З машини для наповнення мішків майбутні і потім згладжені ємності транспортуються через два стрічкових конвеєри в зону обслуговування автоматизованою системою. Кожна вхідна ємність подається упорядковано за допомогою обмежувача. З причини часто мінливого асортименту, при якому змінюються форма, розміри і вага пакета, використовуються подвійні порталні роботи.

При формуванні вантажних одиниць двох різних типів два пакувальні роботи можуть самостійно забезпечувати свої завдання. З цією метою готовий мішок захоплюється маніпуляторами, що працюють ритмічно: під час захоплення викладають один вантаж, а інший захопленнями піднімають з конвеєрної стрічки. Таким чином, можливе оптимальне використання робочого простору. Контролер робота обчислює кращі шляхи для обох блоків обробки і одночасно контролює ділянку зіткнення.

Для оптимальної роботи порталні роботи повинні мати робочу зону площею близько 4×3 м, заввишки 3 м і максимальну вагу обробки 50 кг. При відносно високих швидкостях – 7 м/с робот здатний досягти періодичності приблизно за 6 с. Таким чином, близько 27 вантажних одиниць можуть бути сформовані за годину. Вісім шарів п'яти вантажів і базовий шар з чотирьох вантажів об'єднуються для формування пакета (рис. 4.2).

Вантажна одиниця обтягується коротким внутрішнім шаром захисної плівки, що подається з намотаного на барабан поліетиленового рукава і відрізається. Потім вся вантажна одиниця оснащується так званим внутрішнім шаром плівки. Під час проходження вантажної одиниці через усадкову раму інтегрованого обгортувального автомата поліетилен нагрівається.

Під дією високої температури обгорткова плівка розтягується та втрачає здатність відновлювати форму. Таким чином, захисна плівка вантажної одиниці залишається натягнутою. Охолодження плівки здійснюється подачею повітря вентилятором. Додаткова обтягувальна плівка базового шару за допомогою профілюючого обладнання набуває такої форми, щоб вили навантажувача змогли зайти під неї і навантажувач зміг її підняти.

Щоб забезпечити водонепроникність вантажної одиниці, необхідно обтягнути її зверху ще одним шаром плівки. На той момент верхній шар вантажної одиниці ще знаходиться знизу. Для цього вантажна одиниця транспортується за допомогою стрічкового конвеєра до поворотного пристрою. Там вона перевертається і транспортується назад до інтегрованого обгортувального автомата. Після цього накладається зовнішня плівка, відрізається, щоб її можна було запечатати, усаджується, охолоджується і знову профілюється.

Наприкінці обтягнута вантажна одиниця рухається до здвоєної приймальної станції. Там може відбуватися безперервне приймання готових вантажних одиниць виловними навантажувачами.

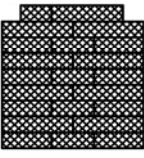
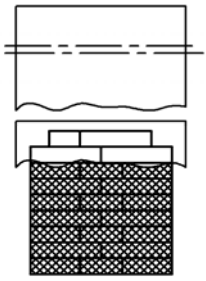
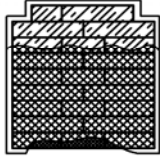
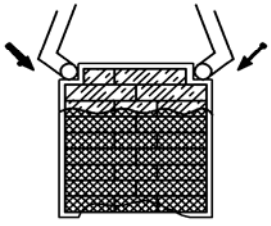
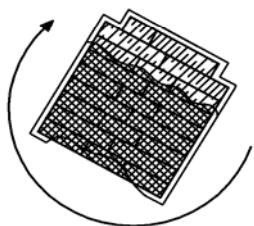
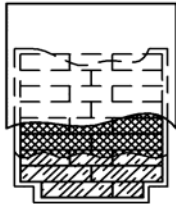
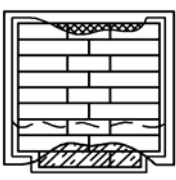
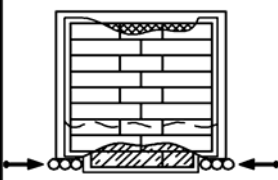
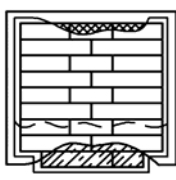
Робот-формувальник	Інтегрований обгортувальний автомат	Інтегрований обгортувальний автомат
		
Безпіддонний штабель вантажу зі зменшеним базовим шаром	Обгортання внутрішньою і проміжною захисною плівкою	Усадка плівки
Інтегрований обгортувальний автомат	Поворотний пристрій	Інтегрований обгортувальний автомат
		
Охолодження обгортувальної плівки та профілювання впадин на базовому шарі	Поворот та вирівнювання вантажу	Обгортання зовнішньою захисною плівкою
Інтегрований обгортувальний автомат	Інтегрований обгортувальний автомат	Приймальна станція
		
Усадка плівки	Охолодження верхньої захисної плівки з подальшим профілюванням впадин на базовому шарі	Здвоєна приймальна станція для безперервного приймання двох готових вантажів

Рис. 4.2. Етапи автоматичного утворення безпіддонної упакованої вантажної одиниці після штабелювання роботом

Описуваний пристрій може випускати 15–20 обгорнутих пакунків за годину. Модифікований пристрій, в якому не відбувається зворотний рух до обгортувального автомата, може запаковувати залежно від кількості і розмірів вантажів, до 80 вантажних одиниць. При цьому окремі робочі процеси виконуються послідовно і безперервно машинами, що виконують лише одне завдання. В цьому випадку для досягнення більш високих показників застосовується більше роботів-формуваців або формівних автоматів.

Переваги описаних систем обумовлені гнучкістю пакетування роботом, економією місця й економією в технологічному процесі пакетування вантажів, у якому на основі потреб зберігання вантажів можлива інтеграція виробничої лінії у внутрішню систему матеріального потоку.

Контроль лінії побудови вантажних одиниць має бути розроблений з мінімальними зусиллями. Контролер повідомляє робота тільки в разі потреби збережених програм пакетування. Це може здійснюватися, наприклад, за допомогою носіїв інформації, що прикріплені до мішків та зчитуються датчиками. Після ідентифікації вантажних одиниць відбувається обробка необхідної програми пакетування.

Контроль робочого середовища для побудови вантажних одиниць здійснює програмований логічний контролер.

З логістичної точки зору всі операційні процеси прагнуть до підвищення інтеграції як інформаційного, так і матеріальних потоків.

У сфері підприємництва дистрибуція передбачає також формування вантажних одиниць і завантаження транспортних засобів. Тому особливо важливим є завдання мінімізації витрат на процеси перевантаження і високий рівень автоматизації.

4.1.1. Підлогова техніка в системі матеріальних потоків

Пристрій обслуговування стелажів для завантаження на склад та вивантаження зі складу. Складська зона є особливо трудомісткою зоною роботи в багатьох компаніях. Це призводить до використання методів менеджменту складського господарства, складського адміністрування і численних додаткових заходів, таких як розподілення, сортування та коміюнування. Великого поширення набула автоматизація складського обслуговування. Яскравим прикладом цього є багатоярусні стелажні склади, що були реалізовані в минулому як будівлі висотою 45 м. Майбутні тенденції передбачають, однак, більш дрібні склади з нижчими висотами зберігання, як правило, близько 18–20 м.

Підходящими підйомно-транспортними засобами для обслуговування багатоярусних стелажних складів є автоматизовані велосипедні крани. Вони, на відміну від підлогових транспортних засобів, що можуть бути використані тільки для висоти зберігання до 12 м, мають недоліки, наприклад, обмеження

пересування тільки в одному проході між рядами стелажів або визначену зону зберігання. Системотехнічним недоліком велосипедного крана в минулому була його нездатність працювати в різних проходах, що компенсувалося застосуванням додаткових транспортних засобів у зоні попереднього зберігання. Це були пристрої, що пересували велосипедні крани попереду склада від проходу до проходу. Цей спосіб сьогодні не застосовують. Замість цього використовують велосипедні крани з можливістю руху по криволінійному шляху, що робить можливим процес їх пересування від одного проходу до іншого (рис. 4.3) [2].

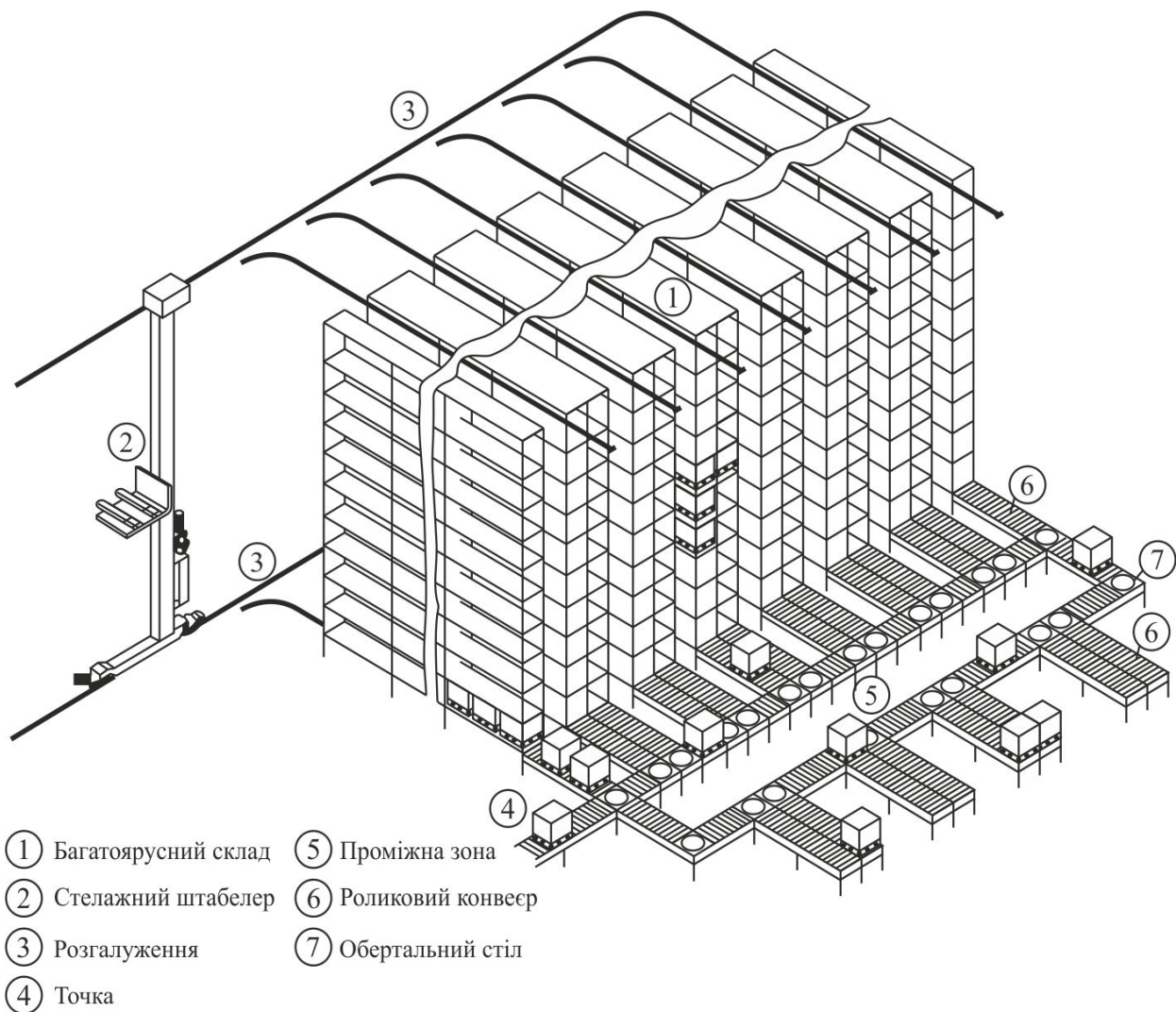


Рис. 4.3. Автоматичний багатоярусний склад із велосипедними кранами на криволінійних напрямних

Велосипедні крани сьогодні зазвичай є підлоговими і закріпленими також у верхній частині. Керовані варіанти застосовують лише у виняткових випадках.

Контроль пристрою більше не є необхідним, як це було раніше. Переміщення тепер реалізується з використанням мікрокомп'ютера. Тенденція аналогічна іншим транспортним засобам з інтелектуальними пристроями. Позиціонування вантажу до відсіку для зберігання більше не виконується аналоговими або інкрементальними пристроями, а як правило, абсолютно цифровими.

Особливо при невеликій площі для зберігання виникає необхідність у нових видах пристроїв для обслуговування стелажів, які мають значно більш високі робочі характеристики. Це досягається за рахунок економії ваги, що включає в себе полегшену конструкцію, й альтернативних приводних систем, які мають прискорення близько 2 м/с^2 і швидкість 200 м/хв . Через впровадження нових вантажозахоплювальних пристроїв може бути реалізований час передачі вантажу близько 2 с. Значні поліпшення продуктивності можуть бути досягнуті механізмами, які оснащені кількома вантажопідйомними пристроями, або вантажозахоплювальними пристроями, що дозволяють уникати зупинки пристрою для обслуговування стелажів. Наприклад, це може бути вертикальний транспортер (патерностер), на полицях якого будуть накопичуватися вантажні одиниці, що транспортуються [3].

Крім того, пристрої для обслуговування стелажів у майбутньому дедалі більше оснащуватимуться роботами. Тоді вони зможуть виконувати комісіонування за принципом робота повністю автоматично. При цьому спочатку будуть транспортуватися невеликі контейнери або прямокутні вантажні одиниці. Надалі необхідно впроваджувати новітні датчики, щоб уможливити захоплення нестандартних деталей з невідсортованих місць зберігання.

В управлінні складами можливі різні стратегії. Обслуговування складів має здійснюватися так, щоб виключати марні пробіги між вийманням вантажних одиниць, що відбуваються зі складу, і прийманням вантажних одиниць, що поступають на склад. При цьому завантаження на склад і виймання доцільно виконувати в одній і тій самій площині, щоб уникнути вертикального переміщення вантажних одиниць.

Керування автоматизованими багатоярусними складами відбувається, як правило, через центральний комп'ютер складської системи (комп'ютер адміністрування складом), який знаходиться на онлайн-зв'язку з мікрокомп'ютером для керування технологічним процесом пристрою для обслуговування стелажів, а також із системою керування роботизованими пристроями (рис. 4.4).

Комп'ютер складської системи володіє всією необхідною інформацією, такою як координати місць складування, замовлення, дані артикулів. Він передає до пристроїв для обслуговування стелажів оптимальні за часом виконання транспортні завдання або завдання комісіонування.

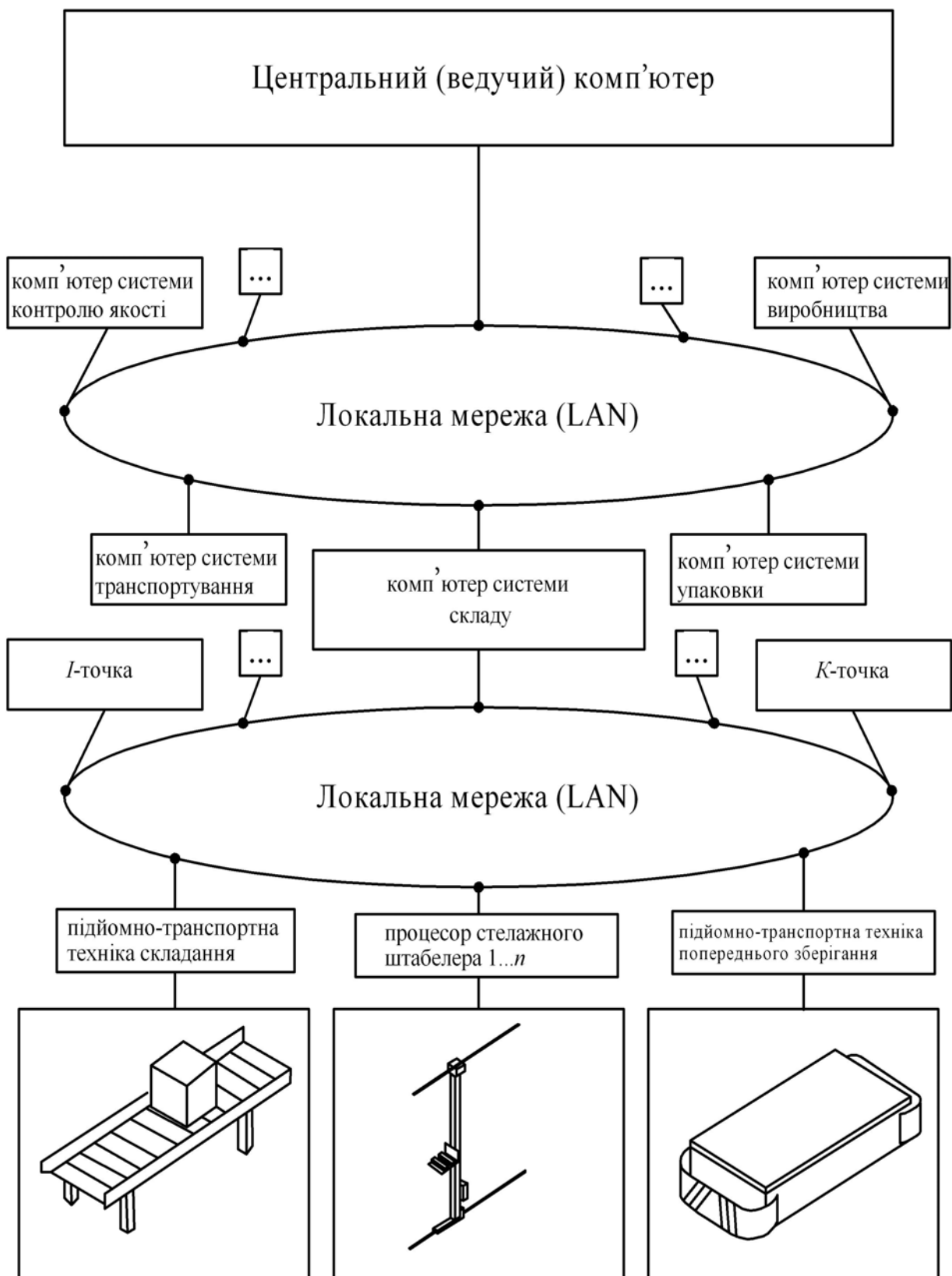


Рис. 4.4. Концепція керування автоматичної складської системи зі стелажними штабелерами

Сигнал надходить через кабель або тролєї. При цьому він впорядковує вже поставлені на палети вантажні одиниці, доставлені із зони перед складом та ідентифіковані (І-точка), а також визначає місця складування відповідно до обраної стратегії розміщення.

Таким чином досягається оптимальне використання складських площ високого багатоярусного складу водночас із доступністю повної інформації про наявність. Комп'ютер може взяти на себе контроль, наприклад, руху, позиціонування та навантаження.

Приєднання комп'ютерної системи зберігання даних до центральної комп'ютерної системи потоків матеріалів та інформації дозволяє пов'язати їх у масштабах підприємства в єдину систему, в результаті чого потоки матеріалів та інформації всього підприємства також пов'язуються між собою. Додатковим позитивним ефектом є ясність системи зберігання, що сприяє правильній логістиці матеріальних потоків.

Керовані вручну штабелери, як і раніше, є найбільш широко застосовуваним підйомно-транспортним обладнанням. Вони можуть бути гнучко використані в різних частинах бізнесу, таких як склад, комплектація замовлень та виробництво, й особливо незамінні, коли мова йде про завдання, які можуть бути автоматизовані тільки з великими труднощами.

Зусилля з раціоналізації використання керованих вручну штабелерів сьогодні націлені не стільки на заміну оператора штабелера, скільки на ефективне використання вже існуючих штабелерів компанії. Це потребує прямого постачання інформації до штабелера, щоб мінімізувати час простою і час поїздки та поліпшити використання штабелерів. Такий доступ інформації може бути реалізований шляхом моніторингу штабелера у вигляді автоматизованої системи керування, яка бере на себе розпорядження штабелером. У результаті, зокрема, з великою кількістю машин, збільшилась оптимізація маршрутів, керування зберіганням даних і підтвердження виконаних замовлень, що дозволяє оптимізувати використання кожного штабелера та збільшити прозорість потоку матеріалу.

Автоматична система контролю штабелерів, як правило, будується з головного комп'ютера (хоста), комп'ютера для керування системою і локальної мережі (LAN) з нерухомими інфрачервоними реле. Вони доповнюються мобільними інфрачервоними реле на транспортних засобах (рис. 4.5).

Часто так званий блок керування має розв'язку системи для контролю, комп'ютерного процесу і системи керування для виконання цього завдання. Інтегрованими з'єднувальними елементами можуть бути зістиковані стаціонарні периферійні пристрої, такі як програмовані логічні контролери, вторинні термінали, принтери, електронні ваги або стаціонарні середовища потоків операцій та матеріалів.

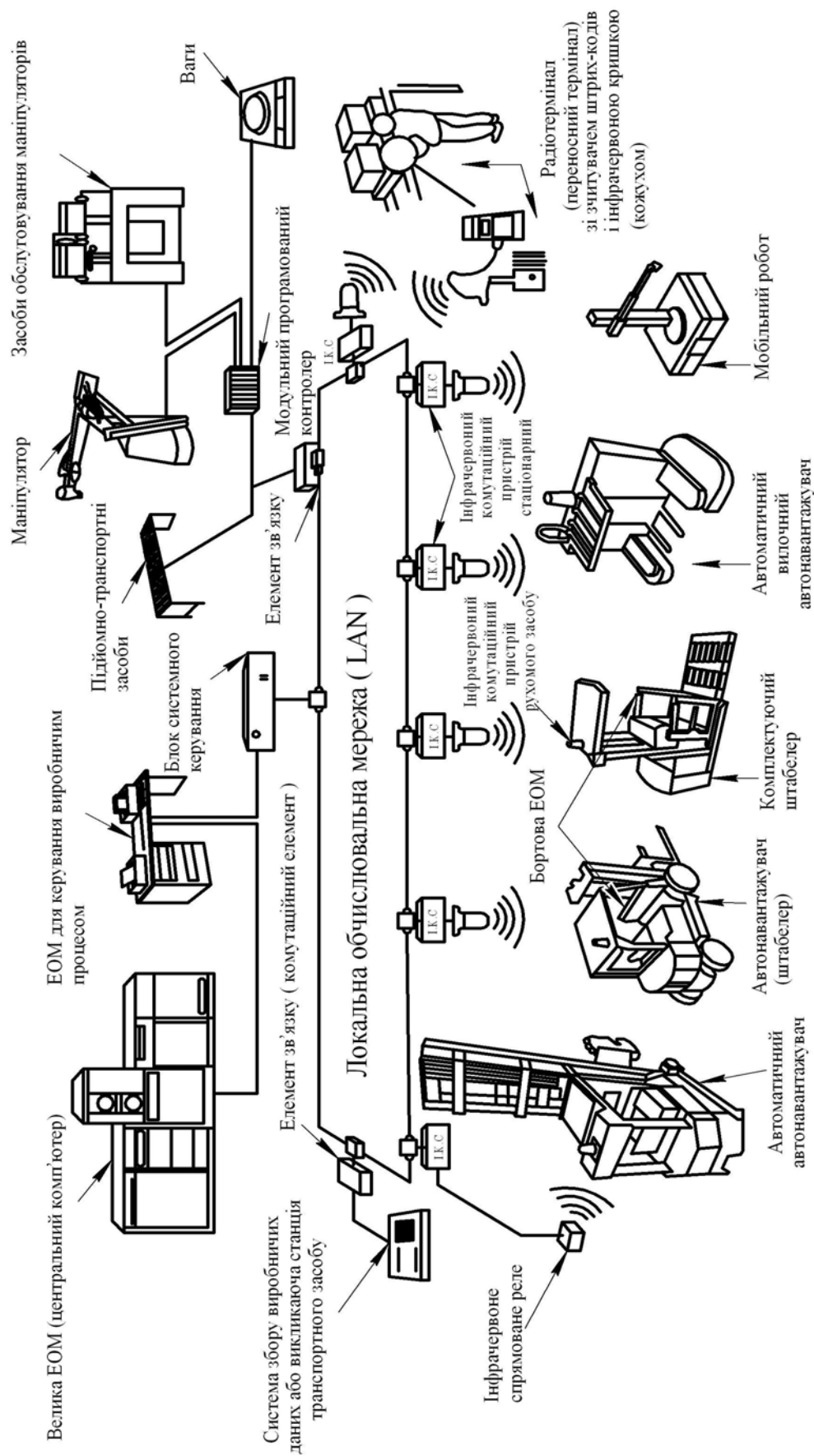


Рис. 4.5. Приклад автоматичної системи керування навантажувачами

Стационарні інфрачервоні реле являють собою інтерфейс між локальною мережею і своїми мобільними двійниками (мобільними інфрачервоними реле) на транспортних засобах. Через них дані передаються з хосткомп'ютера до транспортного засобу та в зворотному напрямку.

Типова робота потоку автоматичної системи «штабелер – система керування» може бути такою. Головний комп'ютер повідомляє про необхідність транспорту для джерела або споживача.

З огляду на властивості одиниці, що транспортується, (розміри, вага) спочатку обирається тип штабелера. Залежно від різних умов, таких як поточне розташування і стан вантажівки, розташування замовлень у черзі завдань транспортування, час у дорозі, кількість подорожей та інших аналогічних критеріїв, робота надається найбільш вигідному транспортному засобу. Можуть бути реалізовані різні стратегії з різним зважуванням критеріїв. Таким чином, пріоритет не обов'язково буде надано транспортному засобу, що незавантажений або очікує, якщо завантажений транспортний засіб майже закінчив роботу або знаходиться значно ближче до місця призначення. Залежно від складності системи водій штабелера підтверджує замовлення, їде до місця призначення, приймає замовлення, доповідає, переміщується до місця призначення вантажу, здає вантаж і ще раз доповідає про це.

У деяких системах виконується паралельно автоматична реєстрація місць розташування транспортних засобів у заданих точках, щоб одержати картину поточного розподілу транспортних засобів, зробити більш точне розміщення із залученням транспортних засобів, які протягом нетривалого часу перебувають у вільному положенні до закінчення своїх завдань.

За допомогою системи керування автоматичним штабелеукладачем необхідно здійснювати *бездокументне комісіонування*. Те саме справедливо, передусім, відносно системи керування подачею. Оператор автотранспорту й оператор комплектування через портативний пристрій або радіо-термінал спілкуються безпосередньо з керуючим комп'ютером. Оператор комплектування дає команду керуючому комп'ютеру забезпечити подачу відсутнього товару. Програма керування розшукує відповідний резерв у файлі складських запасів і посилає найближчому операторові автотранспорту номер складської ділянки у вигляді замовлення. У тому випадку, якщо замовлення виконати неможливо, оператор автотранспорту може безпосередньо сповістити про це операторів комплектування. Далі він може ввести відповідне положення свого транспортного засобу, щоб забезпечити можливість зробити розрахунок оптимального маршруту проходження. Оскільки автоматичну систему керування навантажувачами можна вмонтувати також і в існуючі системи ручного керування матеріальними потоками, вони на сьогодні для багатьох підприємств надають можливість для здійснення раціоналізації.

Автоматичні штабелеукладачі. Автоматичні штабелери (AS) становлять наступний етап розвитку після навантажувачів із ручним керуванням. Для цих навантажувачів вже не потрібно жодного ручного керування, тому що керування може здійснюватися в такий спосіб, як і в автоматичних напільних транспортних засобах, наприклад, через індуктивний напрямний кабель. Підключення до керуючого комп'ютера або ЕОМ верхнього рівня виконується без дротів у такий самий спосіб, як це має місце в навантажувачах із ручним керуванням.

Автоматичні штабелеукладачі у такий самий спосіб, як і навантажувачі з ручним керуванням, набувають застосування на різних ділянках підприємства, наприклад, на ділянці надходження товарів, на складі, на ділянці комісіонування товарів, на виробництві або на ділянках відправлення продукції.

На складі вони перебувають у безпосередній конкуренції із велосипедними кранами на криволінійних напрямних. Їх можна використовувати відповідно на кількох складських проходах, тому потрібно менше транспортних засобів для обслуговування складу при наявності складських проходів. У результаті менш значних капітальних витрат на інфраструктуру (не потрібні дроти) використання автоматичних штабелеукладачів часто є більш економічним порівняно із застосуванням велосипедних кранів на кривих напрямних. Спочатку автоматичні штабелеукладачі були розроблені для використання на складах висотою до 12 м. Однак тенденція розвивається в напрямку меншої висоти підйому від 6 до 8 м. Це можна обґрунтувати двома причинами.

По-перше, автоматизація транспортних засобів, які можуть досягти висоти складування товарів до 12 м, дуже дорога, тому що, наприклад, в результаті прогину рами знижується точність позиціонування.

По-друге, на сьогодні склади часто інтегровані у виробничих цехах, щоб забезпечити більш швидкий доступ до заготовок і готової продукції або вхідних і кінцевих пунктів, а також використання складського приміщення надалі іншим способом (за рахунок розширення виробничих площ).

Автоматичні наземні транспортні засоби являють собою подальший розвиток наземних транспортних засобів. Вони можуть оснащуватися різними вантажозахоплювальними пристроями і, таким чином, виконувати різні завдання. У результаті цього вони в багатьох випадках використовуються дуже гнучко. Як приклад вантажозахоплювальних пристроїв автоматичних наземних транспортних засобів можна назвати роликові конвеєри, піднімальні столи й виловні захоплювачі. Поряд із чистими завданнями з транспортування автоматичні наземні транспортні засоби можуть також виконувати й накопичувальні функції в сфері складання (у вигляді мобільної складальної платформи). Модульні конструктивні вузли дозволяють здійснювати виконання завдання залежно від призначення.

Автоматичні наземні транспортні засоби переміщаються, як правило, за допомогою провідного кабелю, змонтованого під підлогою. Однак у цей час на ринку вже з'явилися орієнтовані на майбутнє рішення без керуючої лінії, такі, що самі переміщуються по поверхні – автоматичні наземні транспортні засоби. В них використовується техніка керування і навігації, зокрема, обробка зображень, одометрія, лазерна техніка й ультразвук. Таким чином, можна відмовитися від негнучкого кабелю та наблизитися до будь-якого, досяжного на рівні підлоги місця.

Мобільні роботи. Наступним наземним транспортним засобом, що використовується для матеріальних потоків, є мобільні роботи. У зв'язку з дуже складною технікою вони перебувають тільки на стадії розробки й у цей час ще не виправдовують себе з економічної точки зору. Сьогодні можна назвати тільки кілька випадків використання мобільних роботів на промислових підприємствах. Як приклад тут можна вказати чисті виробничі цехи з виготовлення інтегрованих схем (Wafer-Industrie, Wafer (нім.) – базовий матеріал для виготовлення інтегрованих схем). З погляду високої цінності інтегрованих схем (IC = integrated circuit) забруднення, причиною якого є також і людина як елемент частинок зображення у виробничі цехи, необхідно зводити до мінімуму. За рахунок використання пересувних роботів із дуже незначним виділенням забруднень можна замінити людей в безпосередньому виробничому процесі. Таким чином, можна знизити небезпеку забруднення інтегрованих схем у виробничих цехах.

Пересувні роботи можуть у майбутньому застосовуватися на традиційних промислових підприємствах, зокрема, для установки на верстатах інструментів і заготовок, а також використовуватися для завдань комісіонування, укладання (вантажів) на піддони й розвантаження піддонів, у процесах складання. Пересувні роботи необхідно використовувати, насамперед, для завдань в класичного маніпулювання, у той час як транспортування товарів за допомогою підйомно-транспортного устаткування, зокрема автоматичних підлогових транспортних засобів (транспортні роботи), буде здійснюватися так само й у майбутньому. Однак у певних випадках передбачається, що пересувні роботи будуть використовуватися і для транспортування вантажів. Передбачається, що поділ маніпуляторів і транспортуючих пристроїв на робочих станціях також буде. Керування пересувними роботами й підключення до керуючого комп'ютера може здійснюватися за аналогією з автоматичними наземними транспортними засобами.

Тенденції розвитку наземних систем керування матеріальними потоками. За допомогою описаних наземних засобів матеріального потоку в принципі можна здійснювати весь матеріальний потік усередині підпри-

емства. На рис. 4.6 показано принциповий розвиток систем керування матеріальними потоками на промисловому підприємстві за період часу 50 років.

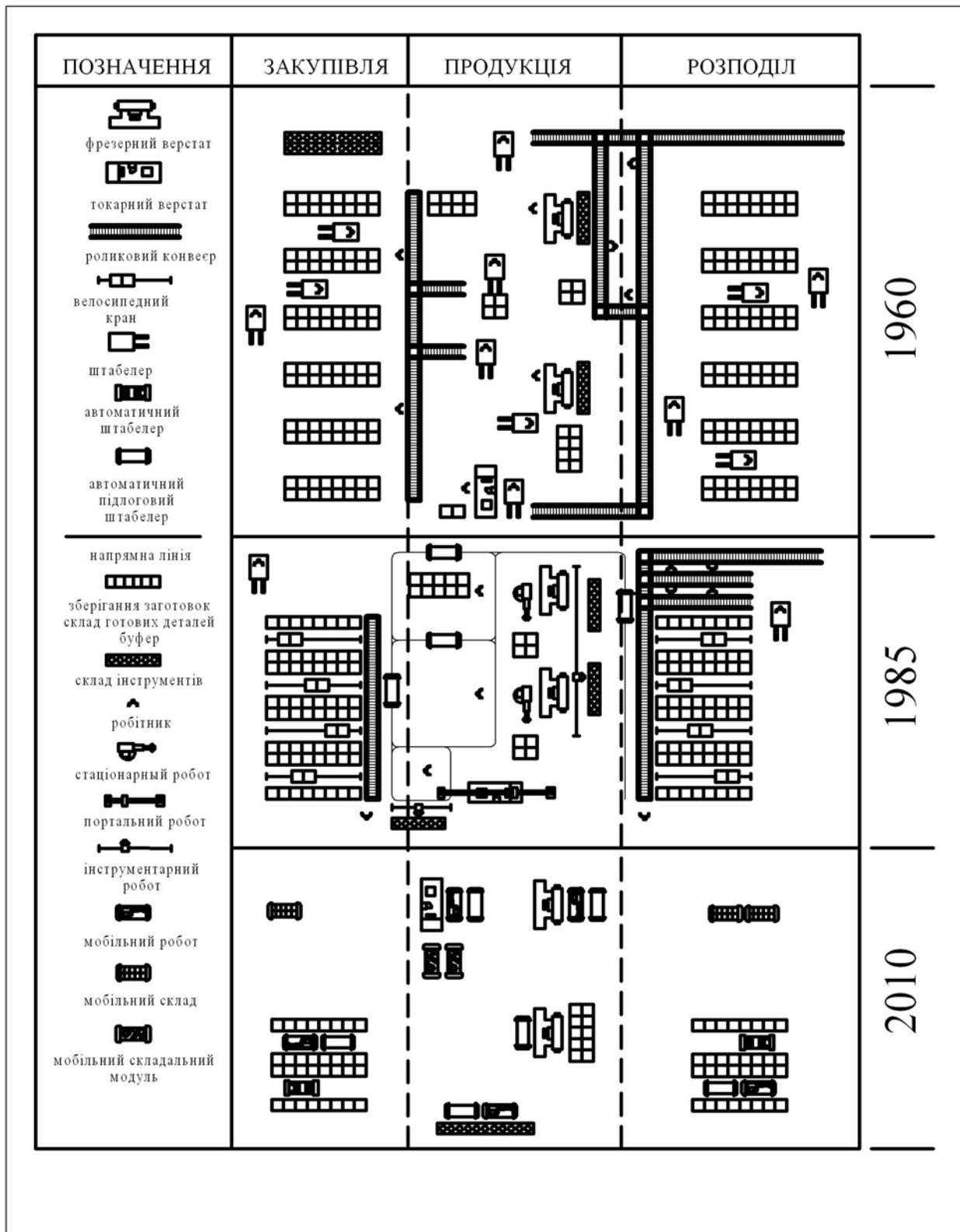


Рис. 4.6. Оцінка порівняння систем матеріальних потоків

В цілому можна виявити, що ступінь автоматизації постійно зростає за рахунок розвитку автономних пересувних засобів матеріальних потоків. За допомогою відповідних компонентів маніпуляторів постійно підвищується гнучкість відносно зміни продуктів і схем розташування (Layout). При цьому виділяється чотири тенденції.

1. У майбутньому підйомно-транспортні машини безперервної дії дедалі більшою мірою будуть замінюватися підйомно-транспортними машинами періодичної дії. Певна кількість таких підйомно-транспортних машин періодичної дії для дуже великих потоків вантажів, що транспортуються, будуть використовуватися в кільцевих системах транспортування, так що до деякої міри вони будуть схожі на підйомно-транспортні машини безперервної дії. При цьому часто віддають перевагу підлоговим транспортним засобам, тому що вони створюють менший перешкоджаючий вплив порівняно з іншими основними засобами виробництва.

2. Для забезпечення більшої гнучкості в майбутньому, якщо це стане можливим, кругові стелажні штабелери будуть замінені на автоматичні підлогові транспортні засоби або штабелеукладачі (автонавантажувачі), керування якими здійснюється за напрямними лініями (наприклад, індуктивними). Такі засоби можуть переміщатися за межі складу й, таким чином, потребують менших витрат на периферійне устаткування.

3. Керування за напрямними лініями за межами складу в майбутньому буде значною мірою замінюватися альтернативними технологіями керування, що дозволять вільно розпоряджатися ними без використання напрямних ліній. Тенденція спрямована на автономні транспортні засоби, які самостійно справляються за допомогою програми, що зберігається в бортовому комп'ютері.

4. Підлогові автоматичні засоби матеріального потоку в майбутньому набудуть застосування при рішенні всіх завдань на підприємстві. Мета завтрашнього дня – фабрика, на якій використовується тільки незначна кількість стаціонарних транспортних засобів.

Повністю гнучкими будуть автонавантажувачі з ручним керуванням. Вони будуть забезпечуватися інформаційно-технічним підключенням через ASL (Application Services Library), автоматичні штабелеукладачі та підлогові транспортні засоби, а також пересувні роботи без провідних ліній, які теж будуть автономно переміщатися по всій території фабрики.

Ця гнучкість буде розширена за рахунок пересувних складів, наприклад, у вигляді стелажних засобів із розсувними полицями на автоматичних наземних транспортних засобах і більшою мірою за допомогою пересувних засобів виробництва, зокрема, у формі металорізальних верстатів і складальних платформ.

Концепт (програма) керування. Керування й контроль такої максимально гнучкої, автоматизованої значною мірою фабрики здійснюється,

наприклад, за допомогою розширеної системи керування автоматичними штабелеукладачами і за допомогою підключення до керуючої обчислювальної машини або до керуючого комп'ютера.

При цьому залежно від ступеня автоматизації будуть забезпечені різні етапи інтеграції.

Комунікація всіх мобільних засобів виробництва з локальною мережею виробляється за допомогою бездротового зв'язку, наприклад, через інфрачервоне дистанційне керування або по радіозв'язку (рис. 4.7).

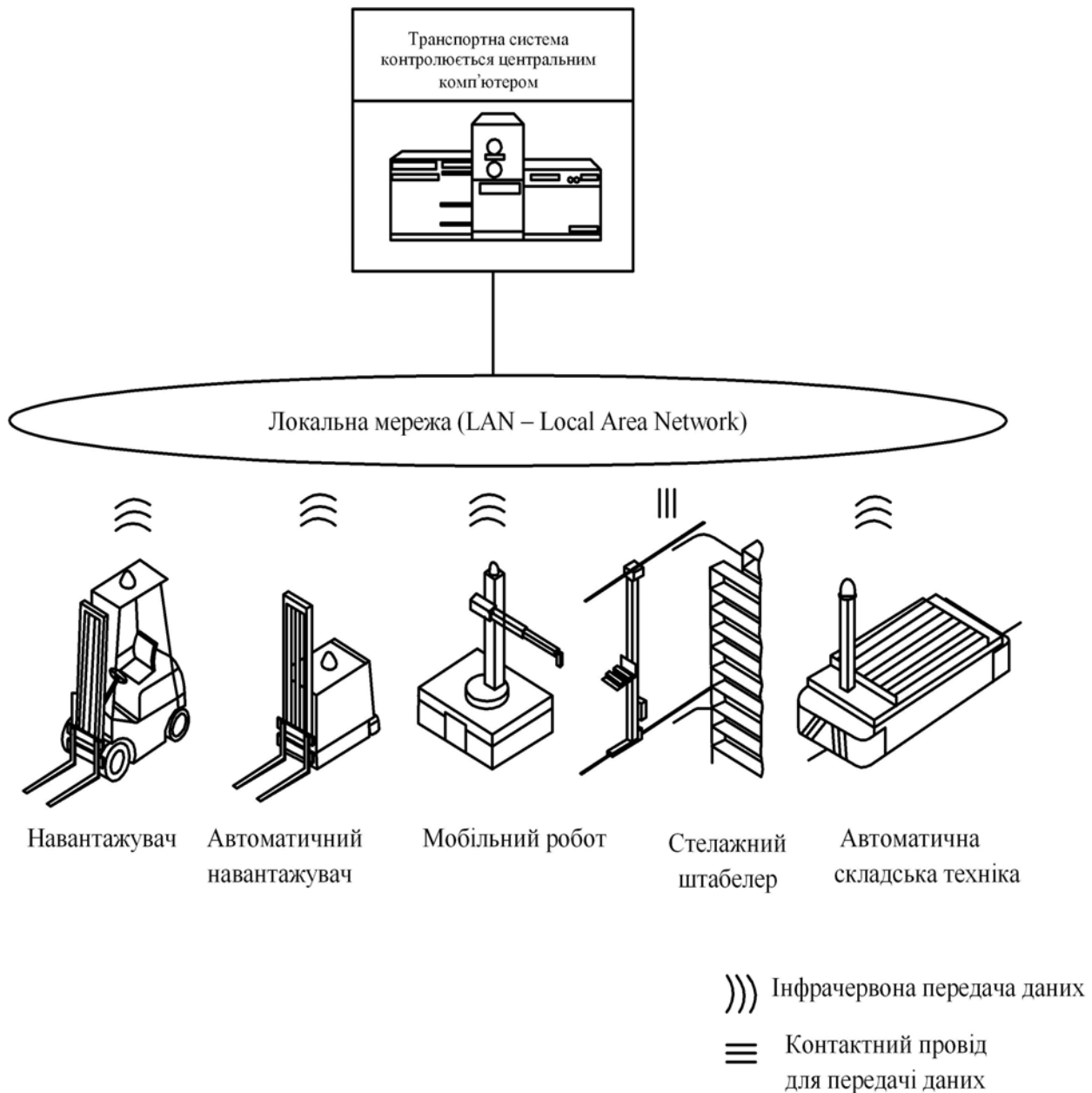


Рис. 4.7. Приклади концепту (програми) керування системами транспортування потоків матеріалів за допомогою підлогових засобів

4.1.2. Застосування техніки на опорах у системах керування матеріальними потоками

Для забезпечення можливості доставки деталей на сучасному рівні організації виробництва за принципом «точно за графіком» і виконання вимоги «Інформація замість сталості» в майбутньому дедалі більшою мірою буде використовуватися техніка на опорах у невеликих повністю автоматичних й інтегрованих у технологічний процес складських приміщеннях з дуже коротким часом перебування штучних товарів на підприємстві.

При цьому в центрі уваги будуть перебувати палетно-стелажні та багатоярусні склади. Постановка завдання спрямована на максимально уніфіковану організацію виробничих матеріальних потоків при максимально припустимих мінімальних кількостях перехідних пристроїв (місць сполучення).

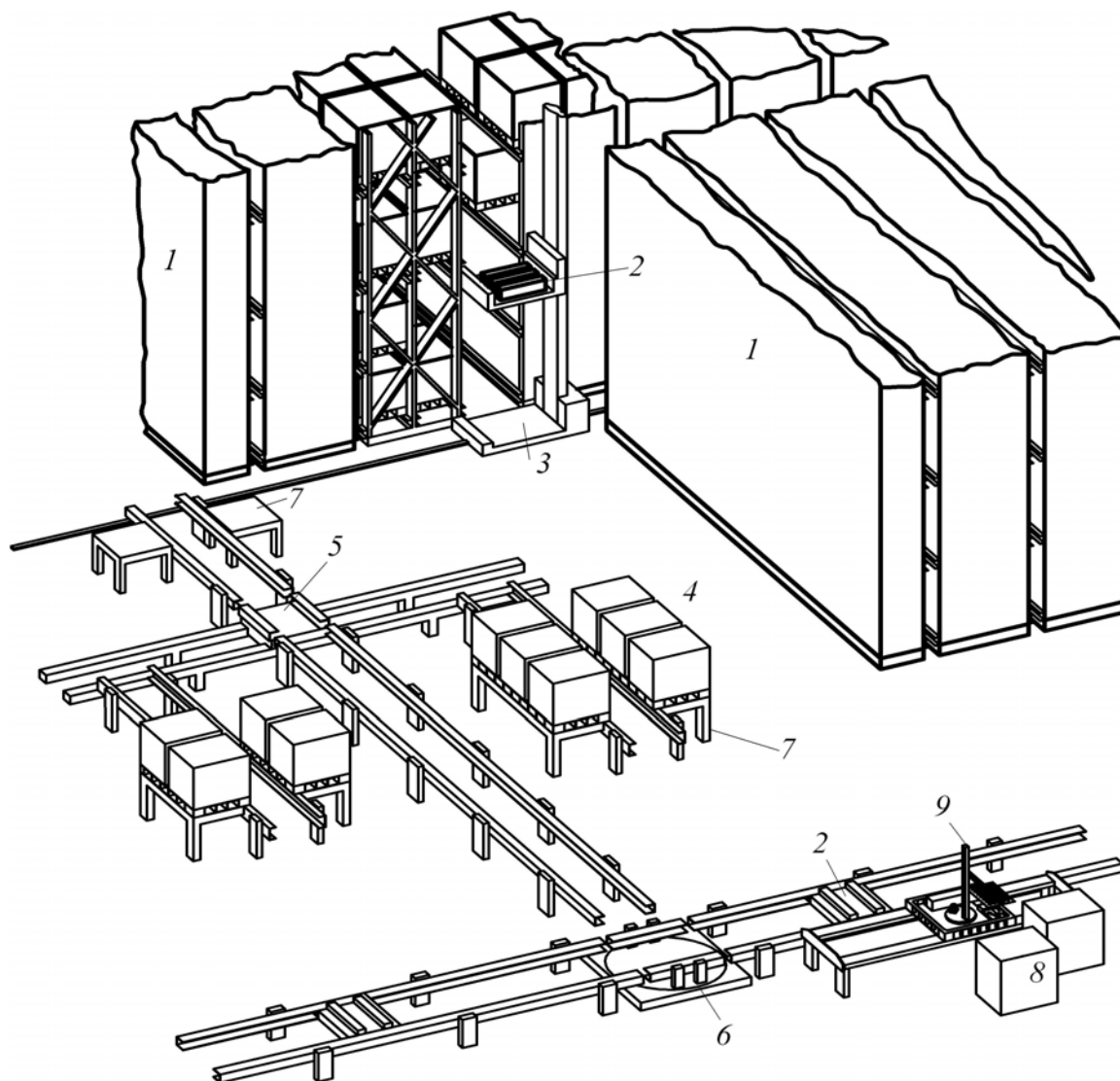
З погляду постановки завдання і з урахуванням того, що в подібних складських приміщеннях необхідно використовувати пристрої для обслуговування складу, які через невеликі розміри складу не будуть завантажені, необхідно забезпечити загальне обслуговування таких складів і постачання засобів виробництва в технологічному процесі, застосовуючи уніфіковані транспортні засоби. Таку вимогу можна здійснити, по-перше, використовуючи автоматичні штабелеукладачі, і, по-друге, – автоматичні розподільні транспортні засоби (AVF – Automatische Verteilfahrzeuge).

Принцип дії палетно-стелажних і багатоярусних складів, а також використання автоматичних штабелеукладачів уже був розглянутий. Необхідно звернути увагу на можливості використання в майбутньому розподільних транспортних засобів, наприклад, у складах з розсувними стелажми і навіть у тому випадку, якщо таке рішення ще потребує певних дослідно-конструкторських робіт.

У складах із розсувними стелажми нерухливими є тільки два кінцеві стелажі, у той час як розташовані між ними стелажі переміщуються на рейках у горизонтальному напрямку. До останнього часу їх було дуже важко автоматизувати, тому що відповідний доступ між двома рядами полиць відкривався в різних місцях. Із цієї причини в таких випадках виключали застосування стелажних штабелерів із нерухомими рейками.

При використанні штабелеукладачів з індуктивним керуванням виникає перешкода у вигляді розташованих у підлозі рейок для переміщення полиць, що можуть впливати на магнітні поля індуктивних провідних кабелів.

Повністю автоматичне обслуговування складів із розсувними стелажми 1 буде досягнуто тільки за допомогою системи транспортних засобів 2, які переміщуються по рейках на опорах і одночасно служать як опора для укладання одиниць вантажу або тарних одиниць (рис. 4.8). Вони можуть переміщати одиниці вантажу на рейках у проході для обслуговування, розташованому між двома рядами полиць на будь-якому рівні, та завантажувати й вивантажувати піддони по обидві сторони.



1 – Стелаж;
 2 – Розподільний візок;
 3 – Стелажний штабелер;
 4 – Комплектувальні зони;
 5 – Самохідний візок;

6 – Поворотний стіл;
 7 – Розвантажувальний стелаж;
 8 – Технологічне оснащення;
 9 – Мобільний робот.

Рис. 4.8. Автоматична система розподільних транспортних засобів для інтегрованого обслуговування складу й виробництва

При цьому вони можуть працювати повністю незалежно від будь-якої підлогової ситуації. Для завантаження й вивантаження одиниць вантажу вони оснащені висунутими убік телескопічними захоплювачами. Перевантаження розподільних транспортних засобів з одного рівня на інший або з одного

проходу для обслуговування на інший робиться за допомогою навантажувальних транспортних засобів.

У майбутньому для цього можуть використовуватися стелажні штабелери 3 без активних вантажозахоплювальних пристроїв, що можуть переміщатися під прямим кутом перед торцями складу з розсувними полицями.

Розподільні транспортні засоби в цей час забезпечуються енергією за допомогою волоочильного кабелю або за допомогою змонтованого на цих засобах пакета акумуляторних батарей. Застосування акумуляторних батарей робить транспортні засоби автономними й забезпечує для них великий простір для переміщення (рис. 4.9). У певних місцях, наприклад, на стелажному штабелері або в позиції очікування акумуляторні батареї заряджаються від стаціонарних станцій. У результаті цього створюється можливість використання транспортних засобів за межами складу, наприклад, у зоні попереднього складування або для об'єднання виробничого процесу.

Для вивантаження, наприклад, піддона необхідно відкрити необхідний прохід для обслуговування за допомогою пересування рядів стелажів. Паралельно цьому стелажний штабелер транспортує розподільний транспортний засіб до проходу для обслуговування на відповідний рівень тарної одиниці, що вивантажується. Після цього розподільний транспортний засіб заїжджає в канал для завантаження, переміщається перед складською чарункою і вивантажує тарну одиницю.

У той час як розподільний транспортний засіб оперує в чарунці, стелажний штабелер може виконувати інші дії. Це може стосуватися, зокрема, транспортування іншого транспортного засобу.

Після завершення вивантаження стелажний штабелер знову приймає розподільний транспортний засіб із тарною одиницею і переміщає цю одиницю на перевантажувальну ділянку. Там розподільний транспортний засіб або робить вивантаження тарної одиниці, щоб знову вертатися на склад, або залишає в комплекті з тарною одиницею стелажний штабелер, або переміщається в зону комісіонування 4 (рис. 4.8). При цьому він переміщається по профілях зі стояками, що відповідають ідентичним профілям у складі з рухливими полицями.

Оскільки розподільний транспортний засіб може переміщатися тільки по прямій лінії, то у зв'язку з цим для горизонтального зсуву необхідно використовувати рухливий візок 5, для вертикального зсуву – підйомники, а для зміни напрямку – поворотні столи 6 (рис. 4.8).

Для того щоб транспортний засіб міг розвантажувати тарні одиниці так само і за межами складу, збоку профілів на опорах необхідно передбачити стелаж 7 для розвантаження.

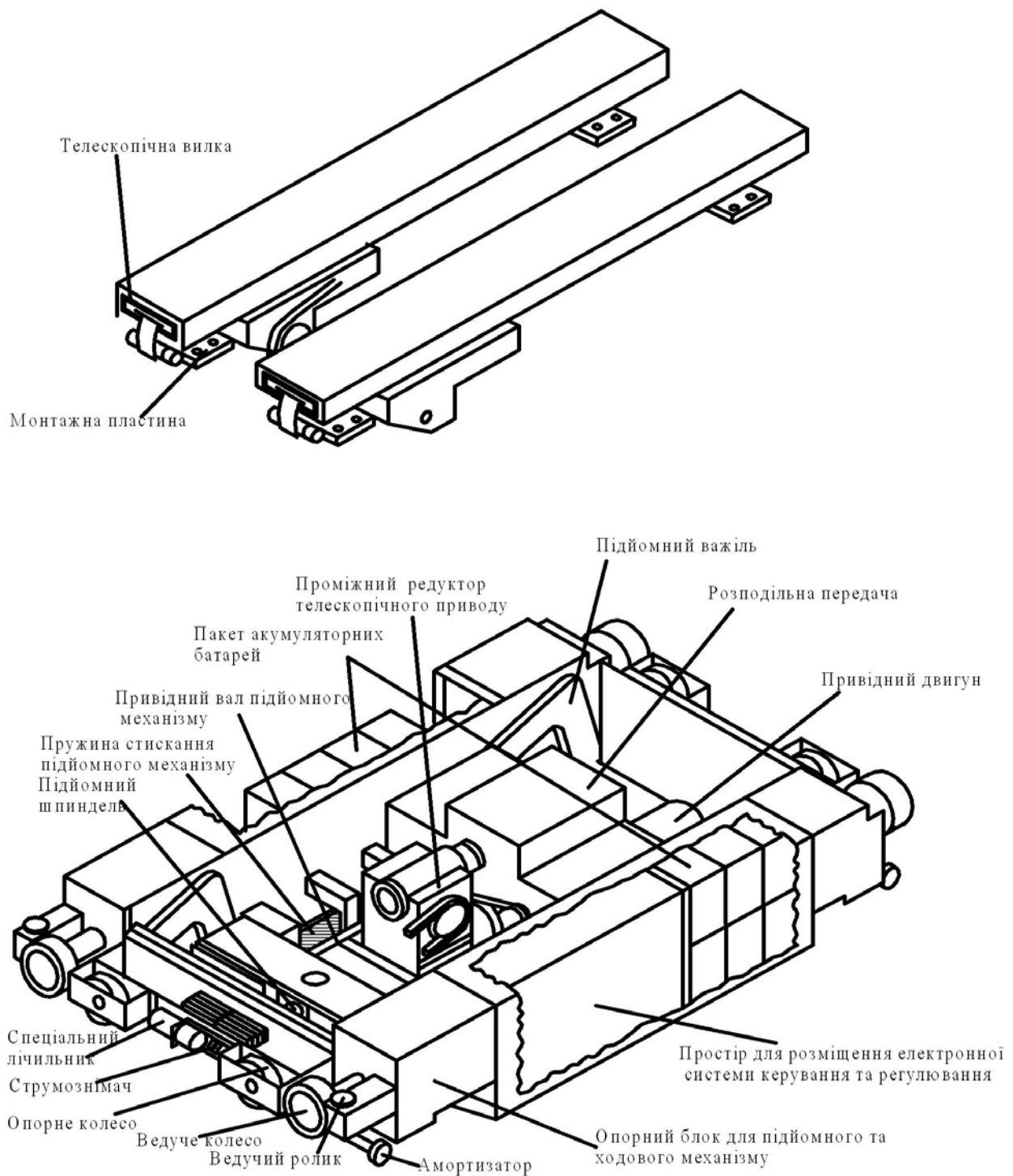
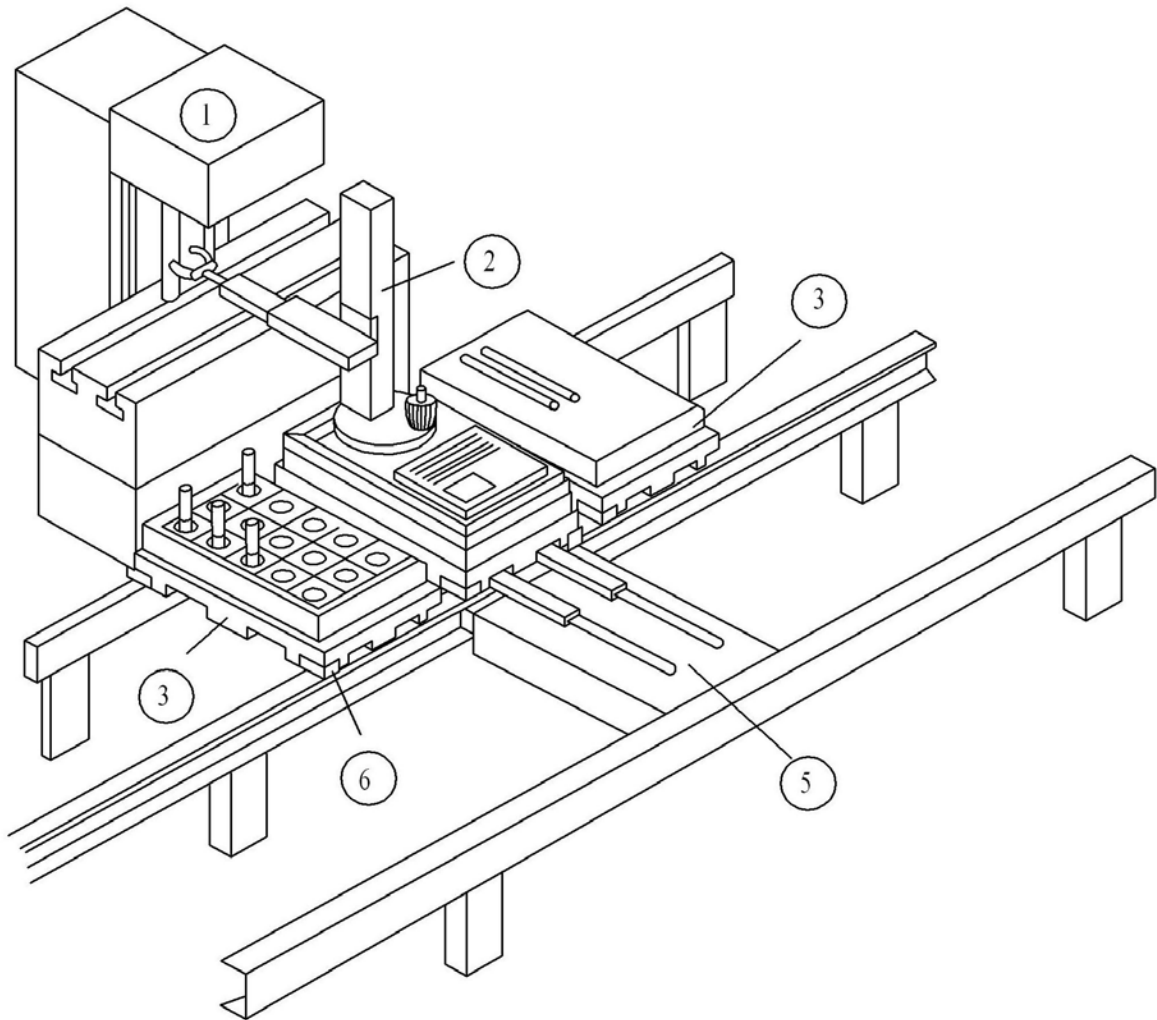


Рис. 4.9. Конструкція автономного розподільного транспортного засобу із приводом від акумуляторних батарей

Із зони складу для проміжного зберігання транспортний засіб може переміщатися далі до виробничих ділянок, наприклад, у зону технологічного

устаткування 8 і там розвантажувати піддони, а надалі також – і невеликі пересувні роботи 9 у периферію машин (рис. 4.8) і (4.10).



- ① Металорізальний верстат
- ② Мобільний робот
- ③ Піддон з інструментами
- ④ Піддон з заготовками
- ⑤ Автоматичний розподільчий транспортний засіб
- ⑥ Пристрій позиціонування і фіксування

Рис. 4.10. Транспорт робіт з автоматичними розподільними транспортними засобами

Автоматичні розподільні транспортні засоби можна використовувати також і в багатоярусних складах. Умовою при цьому є те, щоб поперечки для розвантаження тарних одиниць були виконані у вигляді ходових рейок. У різних проходах і на різних рівнях транспортні засоби так само перевантажуються за допомогою несучого (рухливого) транспортного засобу. Вони можуть являти собою, як і в складі з розсувними стелажми, стелажні штабелери в тому випадку, якщо склад необхідно автоматизувати з незначною продуктивністю з перевантаження, в яких транспортний засіб працює в декількох проходах. Як альтернатива в багатоярусних складах з високою продуктивністю з перевантаження можна використовувати вертикальні транспортери (наприклад, підйомники), які в такому випадку розміщують стаціонарно перед кожним проходом. При цьому в одному проході можуть працювати кілька розподільних транспортних засобів.

Як у багатоярусних складах, так і в складах з розсувними стелажми намітилася чітка тенденція з впровадження роботів, яку необхідно просувати у такий же спосіб при поєднанні автоматичних підлогових транспортних засобів і роботів, а також при поєднанні описаних розподільних транспортних засобів і різних роботів (рис. 4.11).

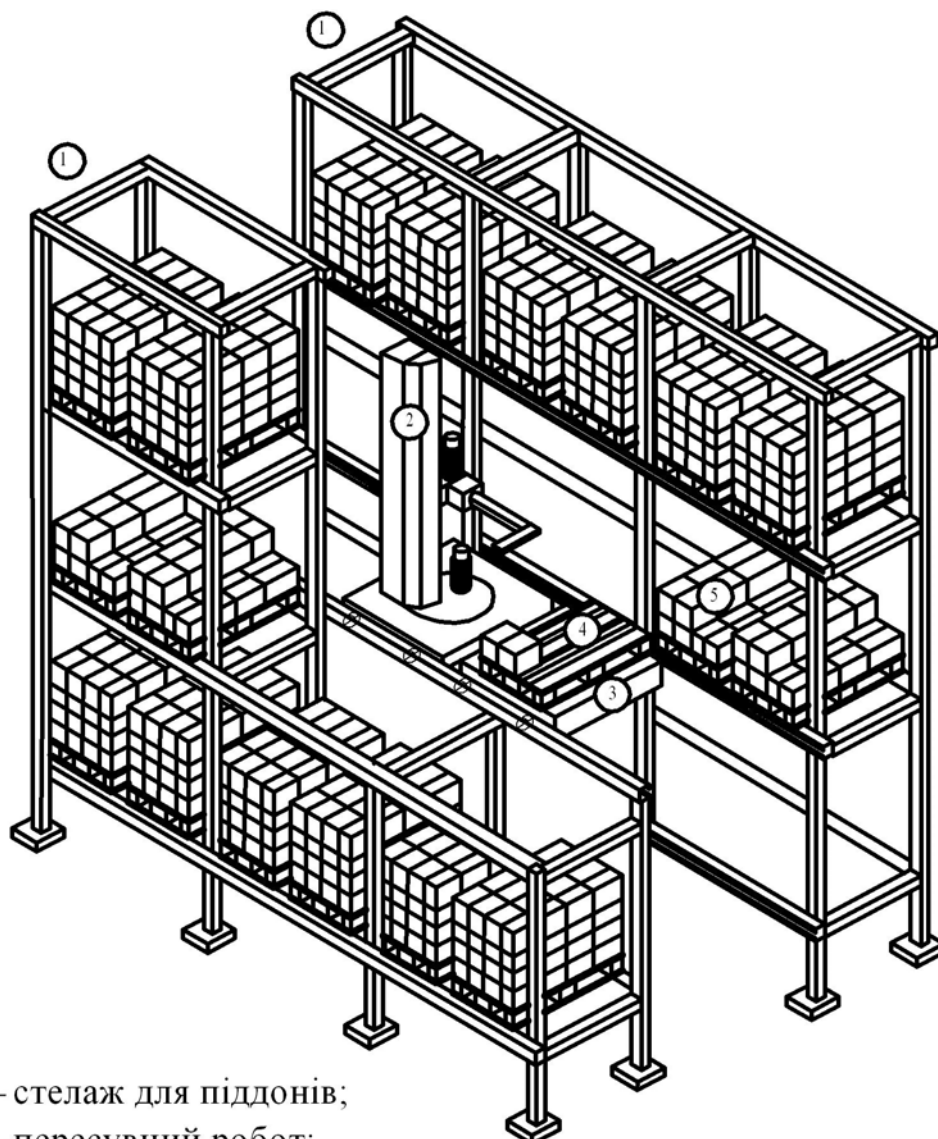
Перші дослідження з визначення техніко-економічних обґрунтувань уже зроблені в промисловій галузі та свідчать про хорошу придатність системи для вбудовування в автоматизований склад комісіонування.

Варто очікувати, що такі роботи будуть виконані мобільними, використовуючи комбінації з розподільними транспортними засобами, що переміщуються по напрямних рейках на рівні тарної одиниці або одиниці вантажу, та їх незабаром можна буде використовувати в певних галузях, вони зможуть також послужити альтернативою для підлогових транспортних засобів і без підлогових транспортних засобів (засобів на опорах). Однак для цього необхідно зробити дослідно-конструкторські роботи, що потребують певних витрат.

Керування вищого рівня для систем складування й розподільних транспортних засобів здійснює керуюча обчислювальна машина або керуючий комп'ютер, що обмінюються повідомленнями з розподільними транспортними засобами за допомогою інфрачервоної системи передачі даних, а зі стелажним штабелером – за допомогою волоочильного кабелю (рис. 4.12).

Керуючий комп'ютер керує всіма важливими даними тарних одиниць – артикулами, кількістю, розмірами й відповідними координатами місць складування – та передає замовлення на переміщення по бездротовому зв'язку на розподільні транспортні засоби.

Там ці команди запам'ятовуються процесором і автоматично обробляються. З розподільних транспортних засобів у керуючий комп'ютер передаються повідомлення про статус і наявність несправностей.



- 1 – стелаж для піддонів;
- 2 – пересувний робот;
- 3 – автоматичний розподільний транспортний засіб;
- 4 – пристрій комісіонування;
- 5 – пристрій підготовки для передачі.

Рис. 4.11. Фрагмент багатоярусного складу
з мобільним роботом на основі автоматичного розподільного транспортного засобу

Керування за допомогою керуючого комп'ютера дозволяє здійснювати одинарні і парні дії й, таким чином, оптимізувати продуктивність системи. Використання декількох розподільних транспортних засобів створює умови, при яких транспортний засіб може працювати в складському каналі, у той час як інше перевантаження можна здійснювати за допомогою стелажного штабелера, щоб у такий спосіб забезпечити більш високу продуктивність перевантаження.



Рис. 4.12. Концепт системи керування автоматичною складською системою й розподільними транспортними засобами

Використовуючи приєднання транспортної (дорожньої) мережі до складу й інтегрування робота, можна реалізувати комбіновану систему транспортних засобів складування, комісіонування й розподілу. У цій транспортній мережі розподільні транспортні засоби можуть переміщатися до місць потреби усередині підприємства й брати на себе робочі місця для подачі, відведення та складальних робіт. Таке сприятливе приєднання ділянок складування й комісіонування до виробничої ділянки свідчить про перевагу інтегрованої системи складування порівняно з традиційними складами. Інтегрування відкриває тут шлях до цілісної системи керування матеріальними й інформаційними потоками на складі, а також на ділянці комісіонування й на виробничій ділянці. За допомогою такої цілісної системи керування підвищується гнучкість, тому що, зокрема, продуктивність розвантаження на складі можна точно узгодити з виробництвом.

Тільки у випадку, якщо комп'ютер виробничої системи передасть повідомлення про потребу, це послужить сигналом для автоматичних розподільних транспортних систем для увімкнення процесу розвантаження. В результаті цього виключаються простой на проміжному зберіганні і скорочується час проходження.

Навіть у тому випадку, якщо для автоматичних складів із розсувними стелажми й пересувними роботами ще потрібен час на здійснення дослідно-конструкторських робіт, то подані рішення сьогодні вже нездійсненими.

4.1.3. Техніка на опорах у системах керування матеріальними потоками

У виробничих цехах сучасних промислових підприємств, зокрема, в автомобільній промисловості часто працює велика кількість засобів для забезпечення матеріальних потоків виробництва в умовах тісного простору, тому що поряд із використанням підлогових транспортних засобів і транспортних засобів для матеріальних потоків на опорах велике значення має використання непідлогових транспортних засобів на другому рівні фабрики.

До засобів забезпечення матеріальних потоків належать, як уже зазначено, не підлогові підйомно-транспортні машини безперервної дії, зокрема, підвісний (круговий) конвеєр, а також крани й електричні монорейки. Ці засоби для переміщення матеріальних потоків використовують, як правило, для завдань транспортування і, за необхідності, для завдань складування й нагромадження (наприклад, підвісний конвеєр з волочильною стрічкою). У майбутньому передбачається розширити цей спектр завдань, використовуючи вбудовування різних компонентів маніпулювання в непідлогових засобах забезпечення матеріальних потоків.

Таке інтегрування можна зробити у вигляді поєднання транспортного засобу (електричний ходовий механізм підвісної монорейки) з роботом, що дозволяє робити лінійне переміщення з додатковими осями переміщення (обертання).

При цьому осі переміщення функціонують як осі маніпулювання, у результаті чого пересувні роботи можна проектувати для різних завдань (рис. 4.13). Залежно від кількості осей для транспортування й маніпулювання в такому роботі, його основне завдання полягає в транспортуванні (транспортні роботи) або в маніпулюванні (мобільні роботи-маніпулятори).

Показані на рис. 4.13 системи із кількістю осей руху менше трьох уже не є роботами. Вони являють собою звичайні електричні підвісні ходові механізми й відзначаються своїми вантажозахоплювальними пристроями (пасивні, активні).

Рухливі роботи, сконструйовані для транспортування, оснащені, як правило, менш ніж трьома осями маніпулювання. У таких транспортних роботах частину осей маніпулювання часто вбудовують в активні вантажозахоплювальні пристрої.

Комплексні завдання маніпулювання часто вимагають від робота високого ступеня рухливості, що визначається кількістю осей переміщення. З цієї причини пересувний робот-маніпулятор може поряд із віссю транспортування забезпечуватися, як правило, до шести, у виняткових випадках, і більшою кількістю додаткових осей маніпулювання.

На основі зображеної систематики інтегрування осей маніпулювання в транспортний засіб у вигляді електричної монорейки як приклад були розроблені два прототипи.

Один був виконаний у вигляді транспортуючого робота із трьома осями, однією транспортуючою віссю й двома осями маніпулювання. Він був спроектований для обслуговування складу й для транспортування тарних одиниць, які він може захоплювати та відпускати за допомогою телескопічної осі (телескопічної вилки) і піднімальної осі у вигляді маніпулятора. У тарних одиницях або одиницях вантажу необхідно передбачати відповідні навантажувальні допоміжні засоби, здатні забезпечити заходження телескопічних вилок (рис. 4.14).

Другий прототип – це мобільний робот-маніпулятор. Вісь переміщення являє собою транспортуючу вісь транспортуючого пристрою, інші шість осей виконані у вигляді осей маніпулювання (див. рис. 4.13, 4.14). Таким чином, основним завданням цього робота є маніпулювання. Його можна використовувати, зокрема, для маніпулювання інструментами й засобами виробництва у виробничому процесі.

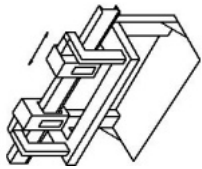
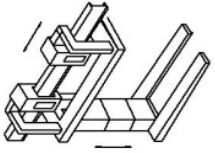
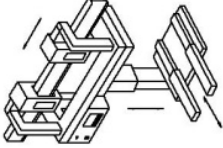
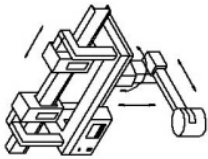
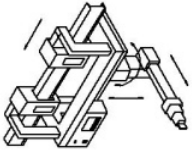
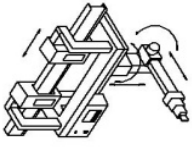
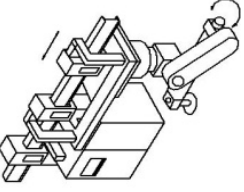
							
кількість осей	1	2	2	4	5	6	7
осі для транспортування	1	1	1	1	1	1	1
осі для маніпулювання	0	1	2	3	4	5	6
основне завдання	Транспорт	Транспорт	Транспорт	Маніпулятор	Маніпулятор	Маніпулятор	Маніпулятор
Типові відмітні ознаки	Інтегрування пристроїв маніпулювання в транспортний засіб у вигляді електричної підвісної дороги (затискний пристрій, як правило, потрібен)						
	Електричний ходовий механізм (транспортний вузол) з пасивним вантажозахоплювальним пристроєм (потрібний передавальний пристрій)	Електричний ходовий механізм підвісної дороги (транспортний вузол) з активним вантажозахоплювальним пристроєм (для перевантаження тарних одиниць або одиниць вантажу)				Електричний ходовий механізм підвісної дороги (транспортний вузол) з маніпулятором (ніякого транспортування тарних одиниць або одиниць вантажу між надходженням і видачею, але, як правило, здійснення завдань з маніпулювання на засобах виробництва)	

Рис. 4.13. Можливе інтегрування функцій маніпулювання в транспортних засобах, зокрема, на електричній підвісній монорейковій дорозі

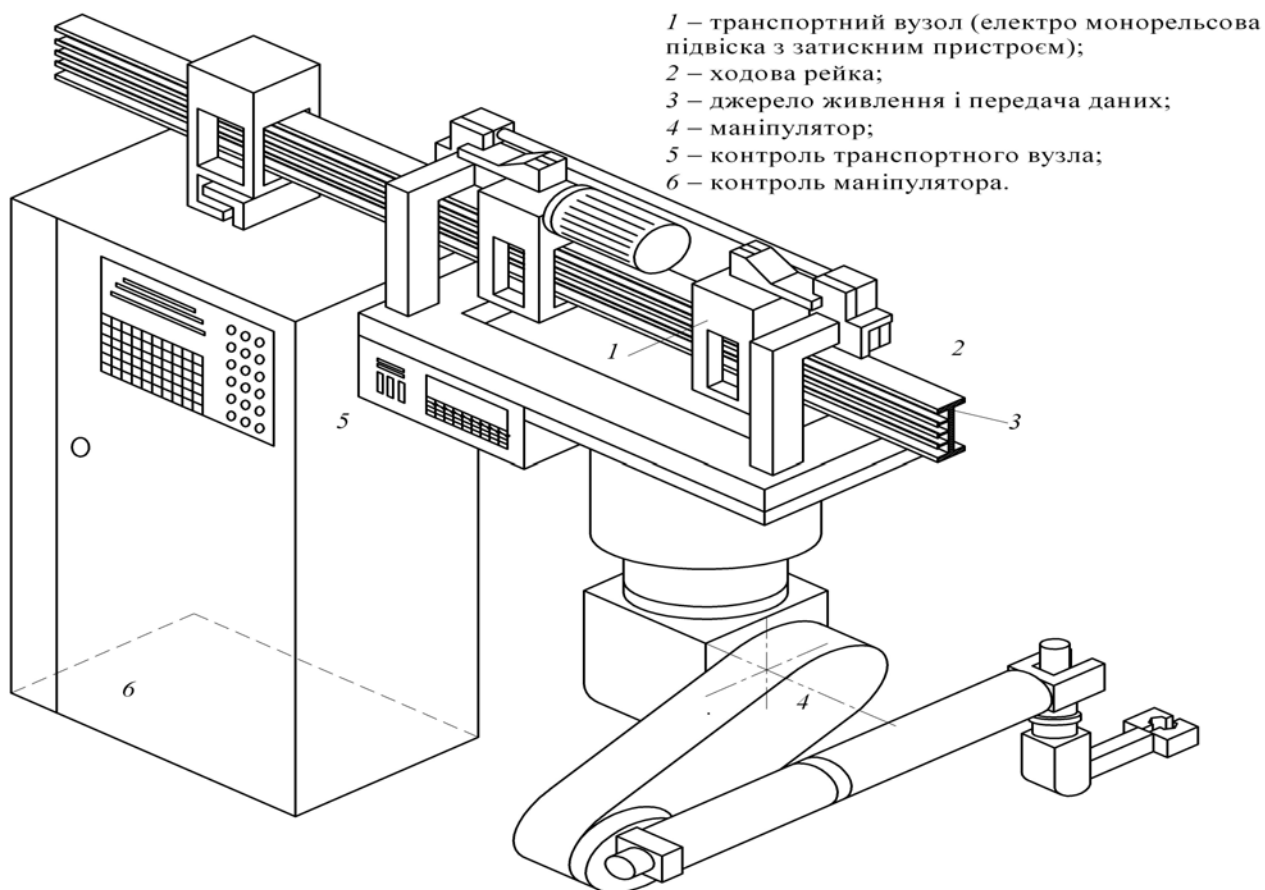


Рис. 4.14. Мобільні роботи-маніпулятори з однією віссю транспортування й шістьма осями маніпулювання

При конструюванні безпідлогових мобільних роботів особливу увагу направляють на можливість інтегрування у вже існуючі електричні підвісні системи. Для забезпечення такого інтегрування як робочу (ходову) рейку використовують таку рейку, що відповідає вимогам стандарту Співки німецьких інженерів VDI 3643. Відповідно до цього стандарту використовують рейки існуючих дотепер електричних підвісних систем. У можливих робочих положеннях роботів, зокрема, на складі й на виробництві необхідно враховувати момент, що впливає на рейку і виникає в результаті робочого руху. Для цього пропонуються різні способи дії. Як правило, при цьому використовують додаткові напрямні рейки або посилення для цих рейок (сталеві конструктивні елементи), на які обпираються мобільні роботи (виїзд на паралельно розташовані рейки, наприклад, на полицях у складі) і за необхідності навіть фіксування (підняття й затиснення ходового механізму, наприклад, у безпосередній близькості від засобу виробництва).

При впливі виникаючих при маніпулюванні моментів на додаткові рейки або посиленні рейок можна запобігти коливальному руху мобільних

роботів навколо робочої (ходової) рейки. Це забезпечує також більш точне позиціонування всього робота.

Для того щоб зробити експлуатацію робота як елемент автоматизованої системи керування матеріальним потоком, передбачена система передачі даних у керуючий комп'ютер транспортної системи (рис. 4.15). Така передача даних може вироблятися, зокрема, по інфрачервоних лініях передачі даних або по контактній лінії. У двох описаних прототипах передача даних здійснювалася й перевірялася по контактній лінії. Контактні проводи мають перевагу порівняно з інфрачервоними лініями передачі даних, це полягає в тому, що є можливість при незначних витратах у будь-який час і будь-яке місце забезпечити в мережі шин зв'язок між роботом і керуючим комп'ютером. При передачі даних за допомогою інфрачервоних променів було потрібно на протипагу цьому передбачити мережу, розташовану над зоною мережі шин з інфрачервоних передавачів і приймачів.

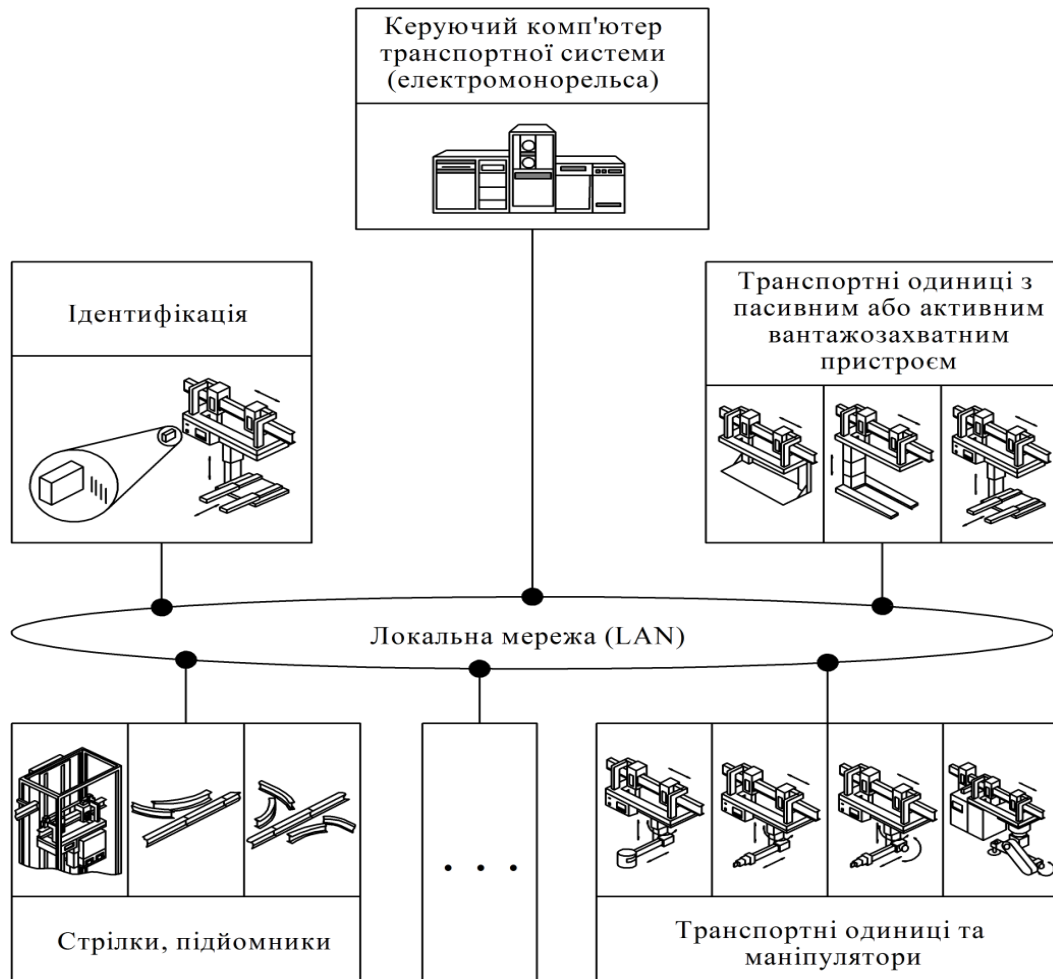


Рис. 4.15. Можливий концепт керування електричної підвісної дороги з рухливими роботами

На рис. 4.16 показаний приклад можливої в майбутньому автоматизованої системи керування матеріальним потоком з мобільними безпідлоговими роботами. На складі зі стелажми для зберігання палет можна за допомогою транспортних роботів робити в будь-якому складському проході й на будь-яких рівнях навантаження та, відповідно, розвантаження тарних одиниць або одиниць вантажу. За допомогою системи стрілкових переводів і підйомників у приймальному відділенні складу одиниці вантажу можуть по прямому зв'язку переміщатися у виробничу зону.

Подача та відведення окремих засобів виробництва також проходить за допомогою транспортних роботів. Завдяки цьому в наведеній автоматизованій системі керування матеріальним потоком може майже повністю зникнути необхідність у процесах перевантаження. У такий же спосіб можна буде відмовитися й від інших засобів виробництва та, завдяки цьому, знизити витрати.

У наведеній мережі рейок можуть використовуватися також і мобільні роботи-маніпулятори (див. рис. 4.13, 4.14 і 4.16), які виконують різні завдання з маніпулювання на засобах виробництва.

Це може бути, зокрема, доставка інструментів і заготовок і, відповідно, пристосувань для кріплення (затискання) виробу, які надаються транспортними роботами на засоби виробництва й установка яких у металообробний верстат для його завантаження поряд із заміною інструментів може також ставитись до спектра завдань. Перевагою є те, що за відсутності завантаження одного робота-маніпулятора його можна використовувати на іншому засобі виробництва за принципом багатOVERстатного обслуговування.

У майбутньому поряд із використанням мобільних роботів в електричній системі підвісних конвеєрів можливо зробити також і розширення в сполученні з підвісними кран-балками. Завдяки цьому створюється можливість переміщення мобільних роботів у розташовані поблизу суміжні цехи. Можна використовувати також і інші крани, наприклад, крани-штабелери, порталні (козлові) крани й мостові крани у вигляді автоматичного виконання як транспортні пристрої мобільних роботів. У зв'язку з цим необхідно обміркувати та зробити технічне переоснащення при використанні альтернативних приводів (наприклад, привід зубчастим ременем, електродвигун з лінійно рухливим ротором) замість звичайних приводів, що використовуються у кранах.

Мобільні роботи на основі кранів можуть досягати будь-якого місця в межах робочої зони крана. У результаті цього вони порівняно із системами, для яких необхідно передбачати стаціонарну лінійну мережу рейок, мають більшу гнучкість. При цьому повністю допускається взаємодія декількох мобільних роботів на основі кранів, щоб у такий спосіб підвищити продуктивність систем керування матеріальними потоками. Однак це можна здійснити тільки при використанні відповідного програмного забезпечення для того, щоб з великим ступенем імовірності виключити зіткнення й аварії.

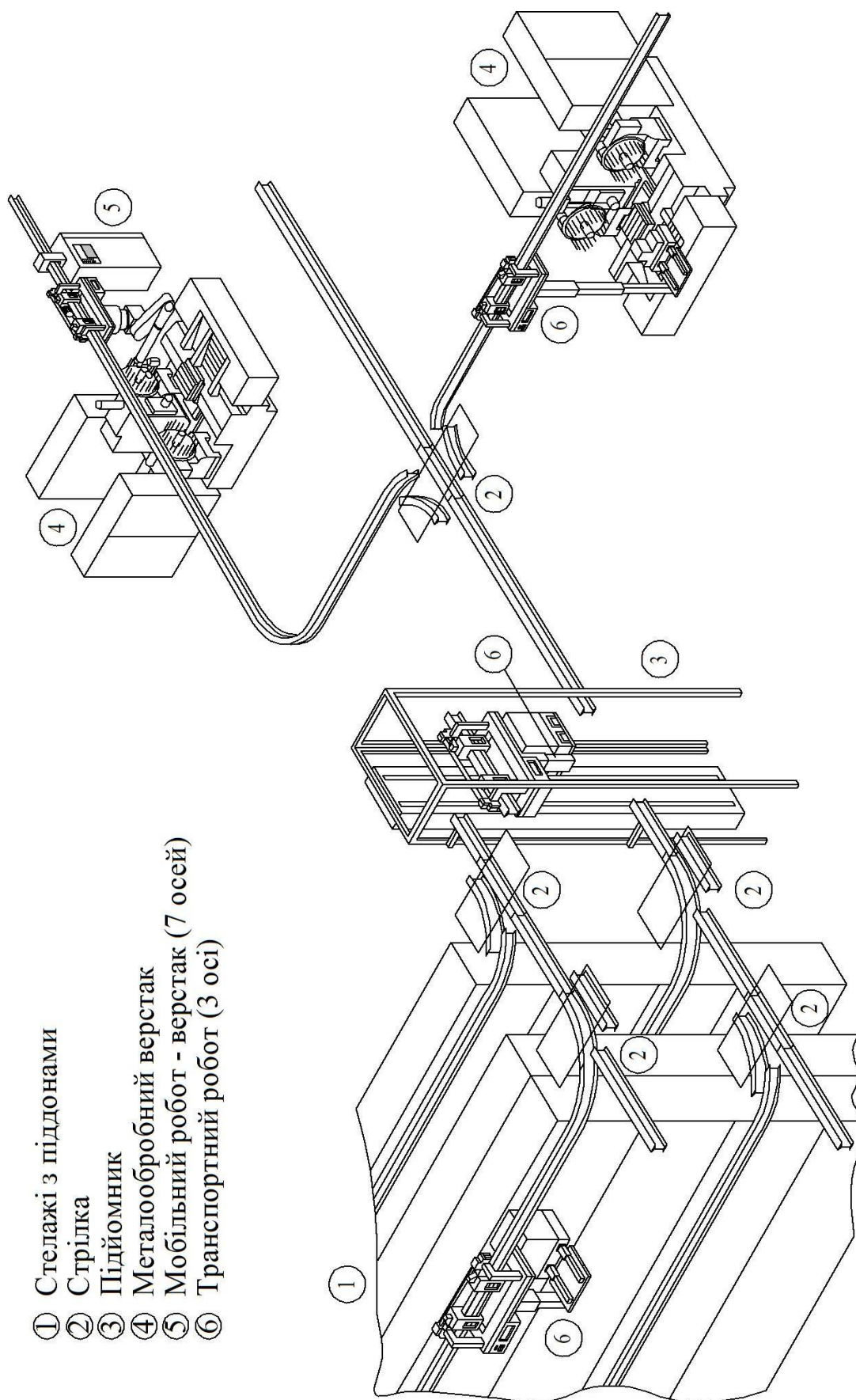


Рис. 4.16. Поєднання складу і виробництва за допомогою мобільного транспортера і роботів-маніпуляторів

Сконструйовані в такий спосіб системи керування матеріальними потоками повинні в майбутньому, так само як і підлогові, і встановлені на стояках системи керування матеріальними потоками, керуватися від ЕОМ верхнього рівня (див. рис. 4.15). Через локальну мережу (LAN) можна підключати до мережі, зокрема, ходові частини (механізми) електричних підвісних доріг з активними й пасивними вантажозахоплювальними пристроями, транспортні роботи, мобільні роботи-маніпулятори, а також стаціонарні компоненти, наприклад, стрілкові переводи, підйомники й системи впізнавання. Таким чином, комп'ютер може прямо й швидко передавати заплановані завдання для різних засобів виробництва, а саме: прийняття на склад, переміщення продукції з одного складу на інший і замовлення з маніпулювання. Таким чином, забезпечується можливість звести до мінімуму простої в системах матеріального й технологічного процесу.

4.1.4. Система комісіонування

Автоматична система комісіонування або комплектування замовлень відзначається тим, що замовлення з комісіонування обробляються незалежно й у повній формі. Приклади здійснення таких систем наведено в описаних нижче підрозділах (див. п.п. 4.1.4.1, 4.1.4.2, 4.1.4.3). Автоматична система комісіонування в шахтах економічно обґрунтованою виявилася тільки в невеликій кількості окремих випадків. Всі описані автоматичні системи комісіонування в шахтах були порівняно рідко здійснені на практиці або ще перебувають у стадії дослідження. Проте вони являють собою важливу й орієнтовану на майбутнє тенденцію розвитку в галузі техніки комісіонування. Ще одного поширення набуло частково автоматизоване рішення в сфері комісіонування, так зване *безпаперове або бездокументне* комісіонування (див. п.п. 4.1.4.4). Незважаючи на виражений ручний характер, воно є зразковим для сучасних систем комісіонування.

Існує багато причин щодо незначного ступеня автоматизації комісіонування. Так звана «Пам'ять» робота для комісіонування, яку розуміють як відправлену на зберігання інформацію про положення виробів у керуючий комп'ютер з комісіонування або в систему керування робота, хоча в цей час і розглядається майже як рівень сучасної техніки, однак при такій формі комісіонування не можна надавати в розпорядження виріб у місцях, що змінюються, з різними зразками упаковок. Не можна також здійснити й динамічну підготовку товарів. Далі необхідно висувати більші вимоги відносно допусків положення й форми упаковок. Однак у зв'язку з тим що системи комісіонування часто характеризуються саме згаданими відмітними ознаками, для здійснення автоматичного рішення проблеми роботи для комісіонування необхідно розширювати за допомогою системи обробки зображень із сенсорним керуванням (наприклад, формувач відеосигналів на

ПЗС *CCD-Kamera*). За допомогою такої сенсорної системи реєструють зміни положення й контурів упаковок і передають у систему керування робота. Отриману інформацію обробляють і перетворюють у відповідні процеси руху. Таким чином, можна здійснити комплексні процеси захоплення, що усуне проблеми при комісіонуванні й дозволить більш економічно автоматизувати системи комісіонування.

4.1.4.1.Роботи для комісіонування великих упаковок. Ескіз робота для комісіонування (рис. 4.17) являє собою експериментальну установку автоматичної системи комісіонування.

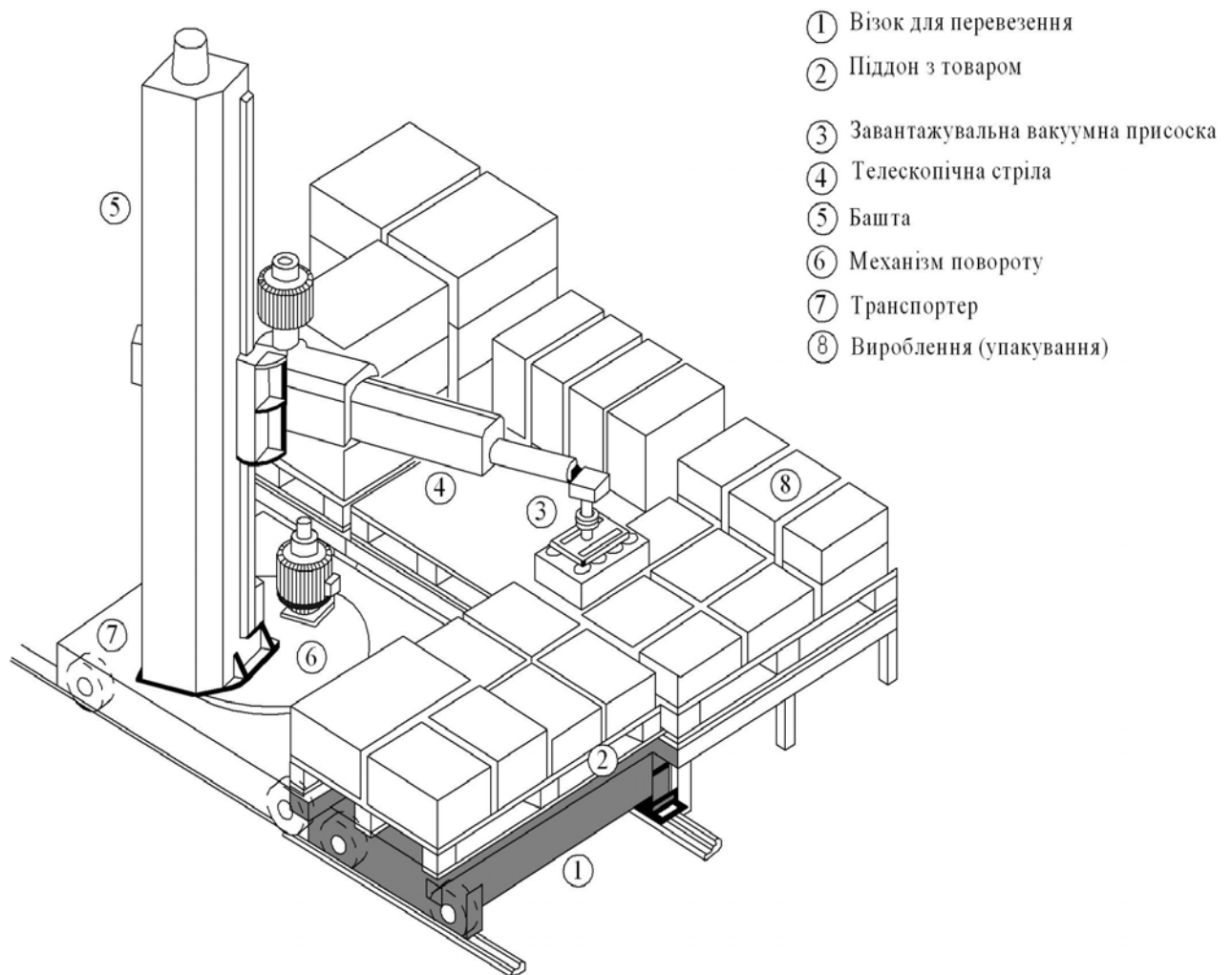


Рис. 4.17. Робот для комісіонування великих упаковок із підключеним візком для піддонів для укладання комплектуваного товару

На підставі багатобічних можливостей використання промислових роботів зображений робот сьогодні уже успішно використовується в промис-

ловості для укладання упаковок на піддони. У дослідній установці робот переміщається по напрямних рейках у проході між стелажми та відбирає при цьому різні упаковки масивів вантажу, що зрештою укладаються на піддон або розвантажувальний пристрій. Можна використовувати вакуумний захоплювач, за допомогою якого надійно маніпулювати прямокутними упаковками з рівною поверхнею. Однак за допомогою системи зміни захоплювачів можна використовувати різні захоплювачі (наприклад, у вигляді кліщів), завдяки чому з'явиться можливість комісіонувати упаковки різної форми [5].

Здібності показаного робота для комісіонування можна, крім того, розширити використовуючи транспортний засіб для перевезення пакетованих вантажів на піддонах, що причіпляють до транспортного вузла робота для комісіонування. У результаті цього робот постійно переміщається разом з піддоном, на якому централізовано розміщені пакети без додаткового переміщення. Через те що необхідність у додатковому переміщенні до певного місця розвантаження в межах проходу між полицями після кожного процесу захоплення зникає, скорочується тривалість циклу.

Далі транспортний засіб для перевезення пакетованих вантажів на піддонах оснащується автономним приводом і телескопічними захоплювачами, тому він може робити дії незалежно від рухів переміщення робота й, таким чином, ще раз додатково підвищити продуктивність всієї системи. При довгих ділянках комісіонування й великій пропускній здатності укомплектованих і порожніх піддонів, а також підготовлених для передачі піддонів буде особливо доцільно використовувати один або кілька автономних транспортних засобів для перевезення пакетованих вантажів на піддонах до або після робіт. Вони за допомогою телескопічних виловних захоплювачів завантажують або розвантажують піддони, у той час як робот одночасно виконує інші операції.

Зображені роботи для комісіонування здатні при середньому часі захоплення 13 с зробити максимально 280 захватів за годину. При цьому упаковки можуть мати масу до 50 кг. Точність позиціонування робота становить $\pm 0,5$ мм, швидкість переміщення – 2,5 м/с. Кількість осей робота може вибірково становити 4 або 5 осей маніпулювання на одній осі транспортування.

В описаній системі комісіонування передбачена можливість об'єднання різних процесів зі складування, транспортування й маніпулювання на складі та у приймальному відділенні складу. За рахунок використання транспортних засобів для перевезення пакетованих вантажів на піддонах, укомплектовані вантажні одиниці можуть переміщатися в місця сполучення в системі комісіонування, тобто в місця розвантаження або передачі, й там прийматися іншими транспортними засобами. Таким чином, матеріальний

потік уже в складському приймальному пункті приєднується до загальної системи, керування якої виробляється цілісно.

Розміщення роботів для комісіонування може відбуватися за допомогою системи керування, що являє собою *пам'ять* роботів для комісіонування. Її рекомендують із тієї причини, що роботи для комісіонування не оснащені сенсорною системою, наприклад, системою обробки зображень. Система комісіонування одночасно бере на себе завдання прийому замовлень, керування ними та їх виконання, керування готівкою, генерування зразками упаковок, переміщення й контролю рис. 4.18).

Система розпізнає дані артикулів, а також їх розміри й відповідні координати складських місць. За програмою прийняття замовлень можна в діалоговому режимі оповістити систему комісіонування про те, які артикули необхідно комісіонувати. Після надходження замовлення визначають місця знаходження артикулів, що відбираються. На закінчення за допомогою математичного алгоритму розраховують оптимізований зразок упаковки, відповідно до якого на піддон укладають комісіонований артикул. Після цього система керування роботом одержує сигнали про виконання відповідних процесів захоплення і переміщення, необхідні для завантаження й вивантаження одиниць упакованого матеріалу.

На рис. 4.19 зображена програма керування системою комісіонування через локальну мережу.



Рис. 4.18. Функції системи комісіонування

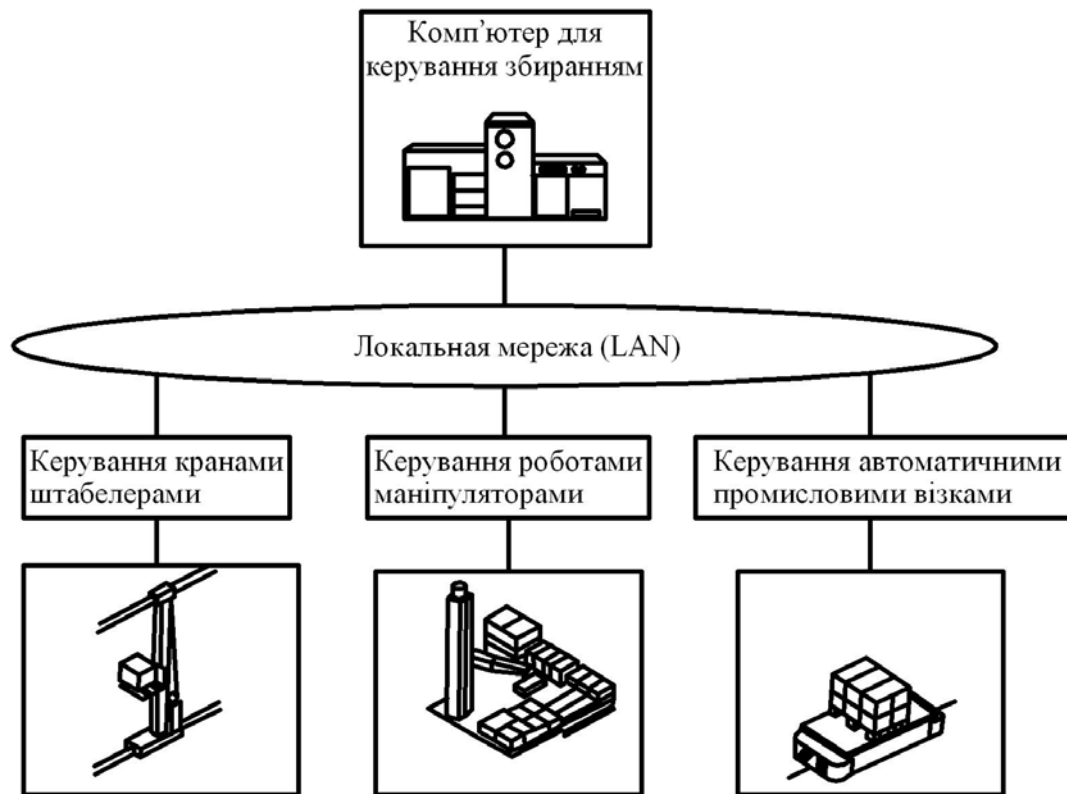


Рис. 4.19. Керуючий комп'ютер системи комісіонування й локальна мережа для керування системою комісіонування

Керування маніпулятором-навантажувачем багатоярусного складу або стелажним штабелером для відправлення з місця зберігання підготовлених одиниць вантажу може також здійснюватися й системою комісіонування, у такий же спосіб, як і керування автоматичними підлоговими транспортними засобами, що приймають замовлення на відправлення комісіонованих одиниць вантажу (одиниць комісіонування).

4.1.4.2. Роботи для комісіонування невеликих деталей. Зображений на рис. 4.20 робот для комісіонування також являє собою мобільний робот-маніпулятор, що був розроблений для фармацевтичної промисловості та призначений для комісіонування малих вантажних одиниць, на практиці він застосовується тільки в обмежених випадках. Однак ця система комісіонування не повністю автоматизована, тому що і сьогодні подача підготовлених товарів впровадиться усе ще вручну.

Вузол маніпулювання оснащений піднімальною щоглою, телескопічним важелем і захоплювачем, а також каруселлю для комісіонування. Цей вузол переміщається по рейковому транспортуючому пристрою в проходах між стелажми та захоплює з розташованих часто з обох сторін полицевих ящиків вироби, вага яких може становити від 10 до 2000 г.

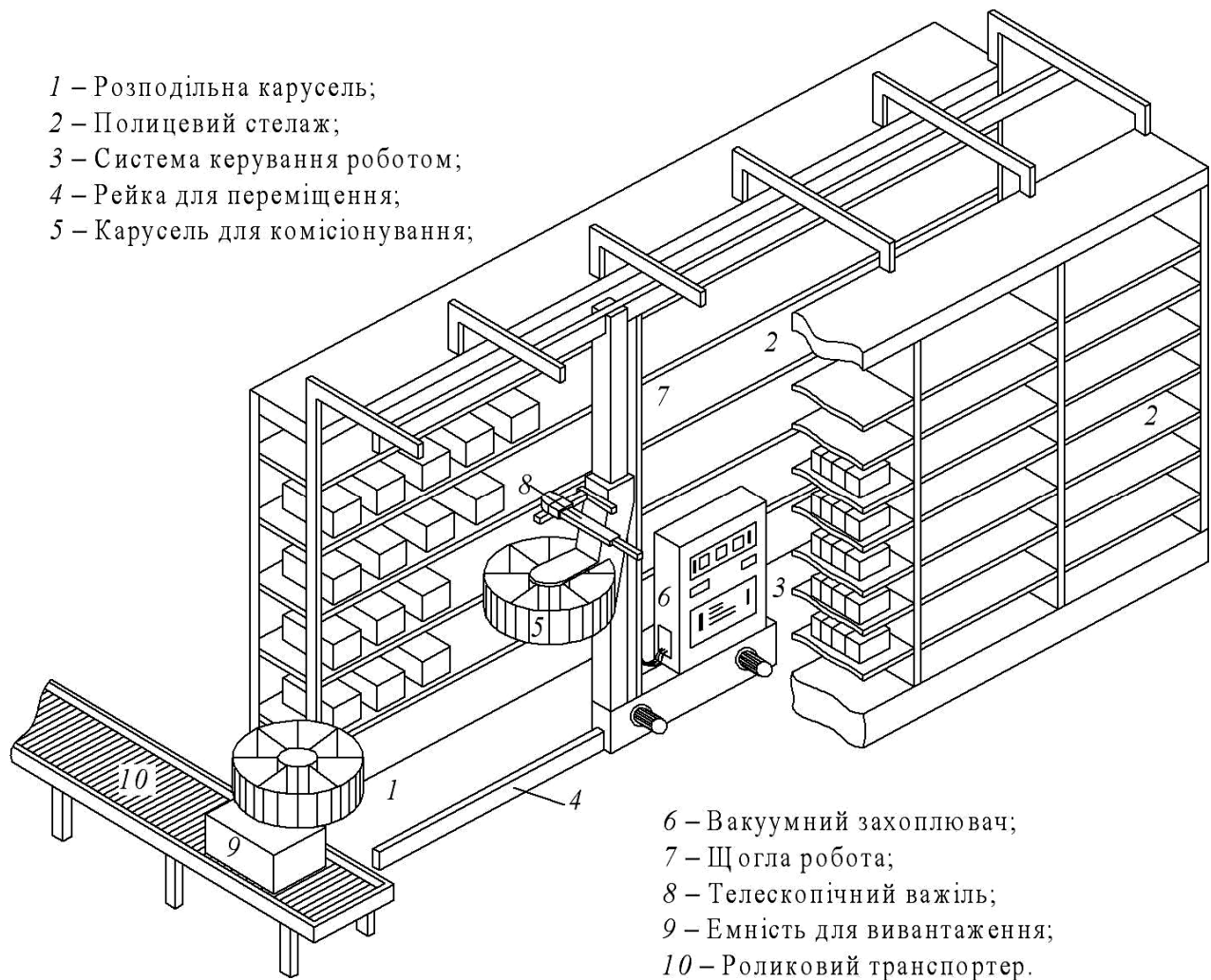


Рис. 4.20. Робот для комісіонування малих одиниць вантажу в межах проходу між полицями

Піднімальна щогла позиціонує телескопічний важіль на висоті наміченого ящика для відбору виробів. Як виконавчий орган передбачений вакуумний захоплювач, що складається з 36 невеликих присосків і може захоплювати вироби з рівною поверхнею розміром мінімум 5×5 мм. Після захоплення виріб укладається на карусель для комісіонування, що закріплена на піднімальній щоглі робота й виконує функцію накопичувача. Ця карусель для комісіонування являє собою обертову ємність барабанного типу, що розподілена на вісім однакових сегментів. Завдяки цьому в кожному сегменті можуть збиратися замовлені вироби й, таким чином, паралельно може виконуватися вісім замовлень з комісіонування. Завдяки такому виконанню час на комісіонування кожного замовлення значною мірою скорочується.

Основною відмітною ознакою цього робота для комісіонування є його оптична система сенсорики. Захоплювач поряд із присосками оснащений додатково ще й інфрачервоним датчиком, що реєструє положення упаковок

усередині ящика, з якого за допомогою захоплювача відбираються вироби. Під впливом переміщення захоплювача виробляється розпізнавання крайок поверхонь упаковки, а також визначення захоплюваного виробу. Якщо зі стелажного ящика необхідно відібрати кілька виробів, керування захоплювачем виробляється так, що він одночасно може присмоктувати декілька упаковок, тому що сенсорна система розпізнає також і розташовані поруч частини.

Отже, у стелажному ящику немає необхідності зберігати упаковки певного зразка для забезпечення безпомилкового комісіонування. Однак доцільно все-таки забезпечувати упорядкування виробів, щоб звести до мінімуму час на процес захоплення виробів. За допомогою сенсорної системи, що спрацьовує на вагу виробів, робот, крім цього, здатний ще визначати вагу захопленого для комісіонування виробу. Після порівняння фактичної та заданої ваги, надлишково захоплені вироби знову скидаються.

Робот для комісіонування оснащений поряд із горизонтальною транспортною віссю ще сімома осями (тобто, однією транспортуючою віссю й шістьма осями для маніпулювання). Таким чином, він може залежно від ваги виробу й виду підготовки досягати тривалості часу на захоплення в середньому від 10 до 12 с із продуктивністю комісіонування максимально 250 захватів за годину. При цьому швидкість переміщення становить до 4,3 м/с, а швидкість підйому – 1,5 м/с.

Робота керується від центрального або локального керуючого комп'ютера, в якому відомі всі дані, зокрема, місця зберігання, маса артикулів, кількість артикулів і та ін. Після надходження замовлення визначається оптимальна довжина маршруту робота, щоб у такий спосіб забезпечити паралельну обробку замовлень на комісіонування при мінімальних тимчасових витратах. Система керування, що переміщається разом з роботом, стежить при цьому за виконанням замовлення, отже, здійснює, залежно від завдання керування всіма осями робота й захоплювача.

Описаний робот здатний повністю автоматично здійснювати як захоплення, так і переміщення. Таким чином, він робить внесок в інтегрування процесу комісіонування в матеріальний потік усередині підприємства. При цьому технічні характеристики робота відповідають вимогам в сфері комісіонування невеликих артикулів. У цьому випадку при забезпеченні високої продуктивності комісіонування необхідно обробляти велику кількість замовлень з комісіонування, що відзначаються невеликою кількістю артикулів, а також малими й середніми обсягами замовлень. Структура замовлень у сфері комісіонування невеликих упаковок часто взаємозалежна з більш довгими маршрутами для виконання комісіонування. Крім того, використання автоматичних систем комісіонування звільняє людей від монотонної й обтяжливої діяльності.

4.1.4.3. Автоматичне шахтне комісіонування. Описаний нижче приклад автоматичного шахтного комісіонування (шахтної комплектації) свідчить, що інтеграцію системи комісіонування в матеріальний потік можна здійснювати не тільки винятково за допомогою роботів, тому що поряд із цим існують і інші можливості автоматизації. Так само й цю систему можна розглядати як тенденцію розвитку систем комісіонування, хоча в цей час уже існує кілька прикладів використання комісіонування такого типу в промисловості.

Установка шахтного комісіонування складається із шахт для товарів, що мають модульну структуру побудови, що їх можна встановлювати на різній відстані один від одного. За допомогою розташування шахт під нахилом забезпечується фіксування колон із товарами й вагове зрівноважування найнижчої упаковки. Фронтон шахти для товарів можна утримувати у відкритому положенні й поповнювати в процесі роботи. Як правило, розміщають два ряди розподільних або дозуючих шахт у вигляді проходів, у центрі яких переміщається стрічковий транспортер. На ньому перебувають контейнери для комісіонування, в які надходять окремі упаковки (рис. 4.21). Для шлюзування упаковок у цю шахту для товарів знаходиться механізм, що виштовхує вироби в контейнери, що переміщаються мимо, для комісіонування. Таким чином, кожна упаковка вивантажується окремо.

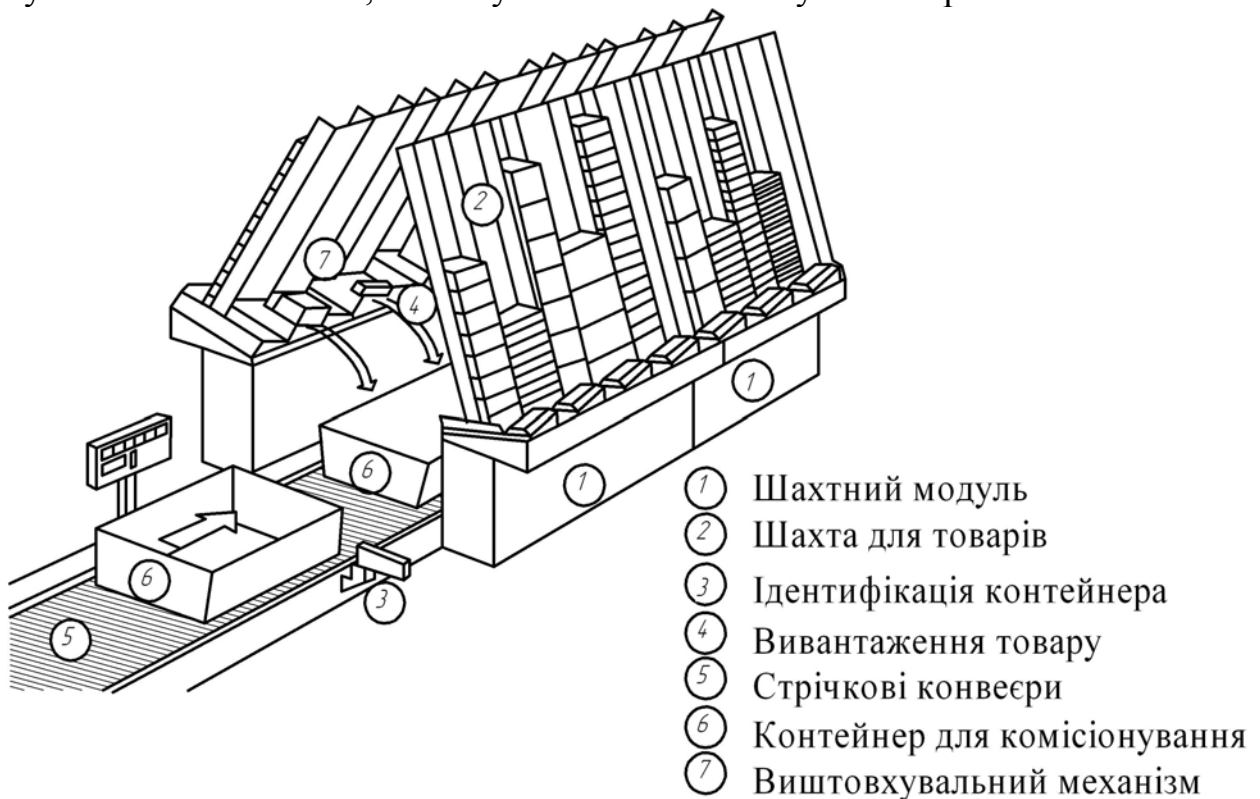


Рис. 4.21. Шахтна установка для комісіонування (комплектації)
із двома товарними модулями

Хоча в межах цієї установки застосовують шахти різного розміру, можуть також використовуватися тільки прямокутні упаковки невеликих розмірів для комісіонування. Це передбачає взаємооднозначну відповідність розмірів упаковок і відповідної шахти для виробів, а також упорядковану підготовку упаковок при однаковому розташуванні (орієнтуванні). Отже, конструкція установки для комісіонування залежить від спектра артикулів відповідного підприємства. Такий процес комісіонування доцільно використовувати особливо для оптової торгівлі фармацевтичними продуктами, де для роздрібної торгівлі підбирають артикули, які необхідно поставляти вже через три-чотири години після надходження замовлення. Зрозуміло, що підготовку артикулів ще необхідно робити й вручну, тому в цьому випадку мова не може йти про повністю автоматичні установки для комісіонування.

Максимальна монтажна довжина установок для комісіонування становить 80 м, при цьому довжина шахтного модуля для виробів – 6 м. При мінімальній швидкості руху стрічки транспортера 0,2 м/с через установку для комісіонування можна пропустити 100 контейнерів за годину.

Керування установкою здійснює керуюча обчислювальна машина, виконана за модульним принципом аналогічно розподілу шахт для виробів, і, таким чином, вона може індивідуально керувати кожною дозуючою шахтою. Кількість і вид виробів у кожній дозуючій шахті, а також швидкість стрічки транспортера й відстань між контейнерами зареєстровані в системі керування. Кожний контейнер обладнаний штрих-кодом, що зчитується пристроєм зчитування (наприклад, лазерним сканером) на початку ділянки комісіонування. Завдяки цьому забезпечується однозначна ідентифікація й розподіл замовлень для кожного контейнера. На підставі цих даних визначають кожную дозаторну шахту і кожний момент часу, в який контейнери для комісіонування перетинають цю шахту. У результаті цього відбувається спрацювання виштовкувального механізму, і в контейнер подається викликана кількість артикулів. Можлива кількість упаковок на шахту для виробів залежить від швидкості руху стрічки транспортера й від ширини контейнера.

За наявності великої кількості замовлень система керування при необхідності може збільшити швидкість руху стрічки транспортера й, таким чином, підвищити продуктивність комісіонування. У місцях зважування, що перебувають наприкінці установки для комісіонування, для визначення похибок виробляється порівняння фактичного й заданого зважування. Однак система керування шахтної установки комісіонування може повністю виходити з ладу.

Використовуючи поділ складу для комісіонування на різні ділянки, можна створити об'єднану систему шахтних установок для комісіонування, яку можна погодити відповідно до індивідуальних вимог окремого заводу.

4.1.4.4. Бездокументне комісіонування. Комісіонування і сьогодні усе ще являє собою процес, що, незважаючи на всі зусилля з автоматизації, обумовлені зі специфічними характеристиками завдань, має відбиток ручного виробництва. Проте на багатьох складах з комісіонування набув великого поширення такий вид автоматизації, як бездокументне комісіонування.

Бездокументне комісіонування відзначається багатьма частковими елементами: ЕОМ верхнього рівня, інфрачервоним передавачем і приймачем, мобільними системи введення даних із клавіатурою або ручним світловим пером, а також розраховано на кодування товарів, зчитування яких можна робити за допомогою машин.

Керуючий комп'ютер системи комісіонування, у пам'яті якого зберігаються й підготовляються дані про кількість товарів і складські дані, приймає ззовні замовлення й доручення. На закінчення виробляється оптимальне складання маршруту й часу замовлення для комісіонування. За допомогою онлайн-керування система комісіонування має відмітно більшу комплексність стратегії на відміну від того, як це відбувається при ручному або керованому комісіонуванні на підставі документа на його замовлення. Мобільні термінали даних, встановлені з можливістю перенесення або стаціонарно в транспортному засобі для комісіонування, розраховані для передачі коротких пакетів даних. Вони оснащені необхідними засобами для введення й видачі даних і, як правило, навіть автоматичним світловим пером. За допомогою інфрачервоних променів передавальна й приймаюча система транспортного засобу повідомляється з інфрачервоними передавачами й приймачами, що змонтовані на стелі цеху. Вони у свою чергу обмінюються даними безпосередньо з керуючим комп'ютером системи комісіонування (рис. 4.22).

Передача даних у захищених від впливу сонячних променів складах відбувається, як показав практичний досвід, безперебійно. Проте на великих складах необхідно інстальовати відносно велику кількість інфрачервоних передавачів і приймачів, щоб через незначну дальність дії (приблизно 30 м) забезпечити для передачі даних покриваючу площу мережу передачі даних.

Комплектувальник зчитує на дисплеї мобільного термінала передане окреме замовлення разом з інформацією про місце знаходження товару, його вигляд і кількість і переміщається, як правило, за допомогою візка для комісіонування або штабелеукладача до місця призначення.

Там він відбирає товар і вводить за допомогою автоматичного світлового пера нанесений з можливістю машинного зчитування код артикула в термінал даних. Ці дані передаються за допомогою інфрачервоних променів безпосередньо в комп'ютер системи комісіонування.

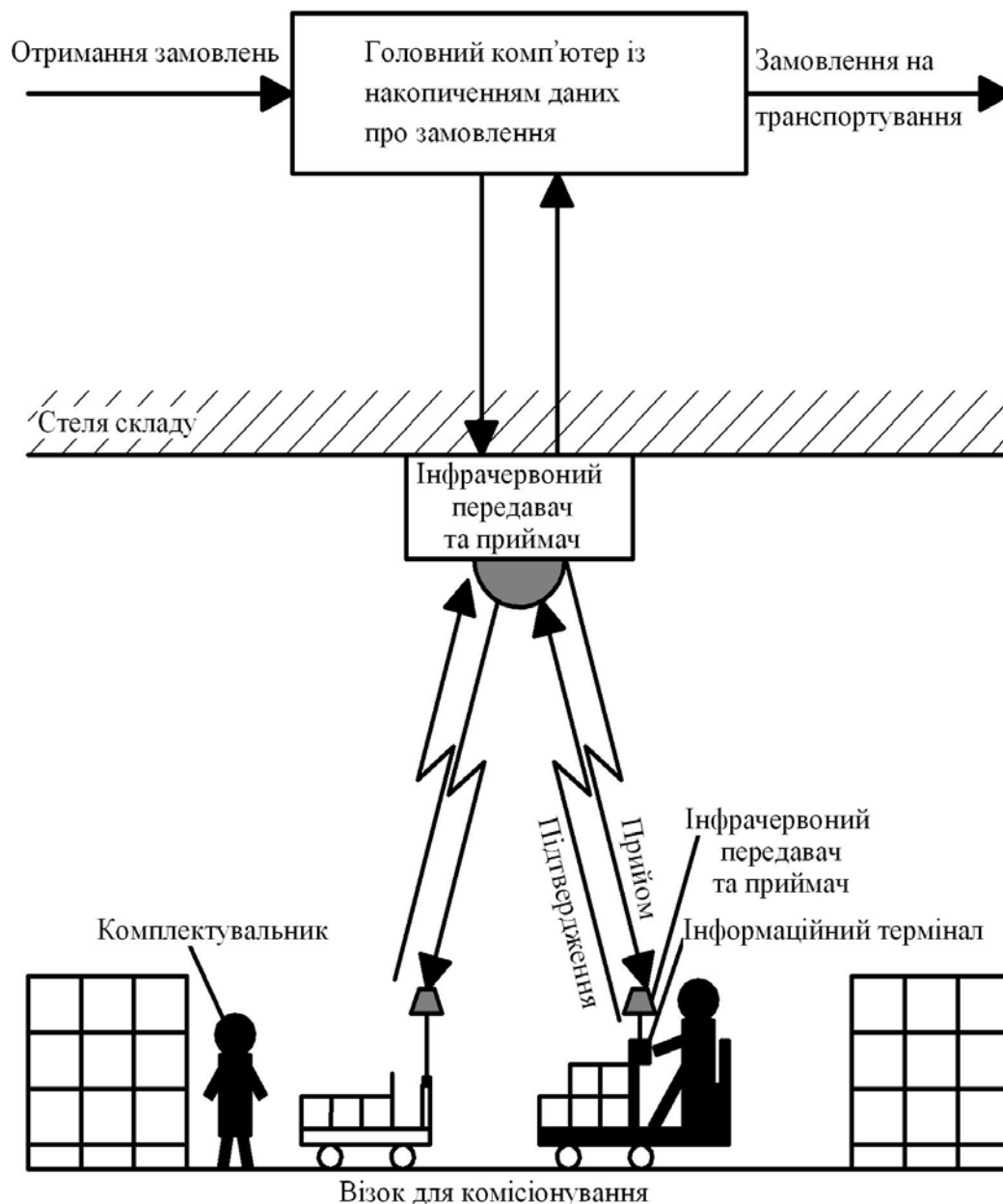


Рис. 4.22. Планування використання й керування в системі бездокументного комісіонування

Підтвердження виконання замовлення на комісіонування можна зробити також за допомогою клавіатури, що знаходиться на візку кінцевого пристрою (тільки не на такій самій швидкості та з більш високою частотою помилок).

Додатково до підтвердження про відбір товару комплектувальником ЕОМ верхнього рівня повідомляє в кінцевий пристрій користувача про наступний процес відбору. Цей цикл повторюється до повного виконання всього замовлення на комісіонування.

До переваг бездокументного комісіонування можна віднести:

- безпосереднє прийняття замовлення керуючим комп'ютером системи комісіонування;
- пряму передачу замовлень на транспортування в місце відправлення;
- постійний контроль наявності з можливістю вимоги поповнення;
- підвищену продуктивність процесу комісіонування при одночасному зниженні помилок при відборі;
- зниження витрат на обслуговуючий персонал для обробки замовлень;
- видачу квитанції (накладної) про поставку із зазначенням безпосередньо після процесу комісіонування суми рахунку-фактури;
- забезпечення кращої прозорості в результаті виключення переліків замовлення;
- можливість поповнення термінових замовлень;
- справедливу реєстрацію й оцінку підрядної заробітної плати;
- контроль строку придатності до зазначеної дати та складської стратегії й алгоритму «першим увійшов, першим вийшов» (алгоритм FIFO, FIFO-алгоритм);
- рівномірне й оптимальне завантаження окремих комплектуючих і транспортних засобів для виконання процесу комісіонування.

Така безліч переваг обумовила поширення використання бездокументного комісіонування на складах у різних галузях. Велика кількість сфер застосування свідчить про придатність використання на практиці такої системи комісіонування.

4.2. Приклади здійснення логістичних систем

4.2.1. Логістичні стратегії

Питання логістичних стратегій необхідно більш детально розглядати для індустріальних підприємств. Успішні підприємства відзначаються цілеспрямованою і наступальною стратегією ведення справ. Ця стратегія орієнтована на постійне створення конкурентних переваг через дедалі більшу інтернаціональну конкуренцію. Передусім мається на меті таке: шляхом послідовного, клієнт-орієнтованого вдосконалення товарів і послуг розвивати компоненти успіху на ринку – ціну, якість, сервіс – вигідно порівняно з конкурентами. Особливо в сферах із низьким диференціюванням характеристик товару й показників якості вирішальною конкурентною перевагою є досягнення в сервісі, такі як надійність, дотримання строків, гнучкість, готовність до відправлення.

Джерела конкурентних переваг різні. Лише 20 % переваг походять із раціоналізаторських заходів щодо зміни робочого персоналу, ще 40 % забезпечуються новими технологіями виробничого процесу устаткування, 20 %, що залишилися, відносять на рахунок структурного потенціалу виробництва. Цей структурний потенціал задається вибором місця розташування виробництва, структурним розподілом підприємства, поліпшеним наглядом за матеріальним потоком на підприємстві та більш якісним менеджментом робочого персоналу, тобто логістичними принципами мислення й концепціями рішень.

Хоча логістичний потенціал і його здатність давати конкурентну перевагу в загальному випадку визнаються в індустрії й дослідженнях, сьогодні логістика усе ще не отримує на підприємствах належного визнання. Логістичні рішення проблем розглядаються лише оперативно й у край рідко беруться до уваги при створенні стратегії підприємства, а також окремих функціональних стратегій. Так, наприклад, інвестиція в гнучкі технології виготовлення може не привести до бажаного збільшення продуктивності, якщо необхідне гнучке узгодження підготовки матеріалу не відбувається разом із відповідним рівнем автоматизації матеріального потоку.

Кампанії зі скорочення запасів є ще одним прикладом найчастіше недостатньо розглянутих стратегічних вимірів логістики й відсутнього узгодження її мети з метою підприємства. Якісний розгляд ціноутворення з урахуванням запасів свідчить, що мінімізації запасів мають економічно обумовлені межі (рис. 4.23).

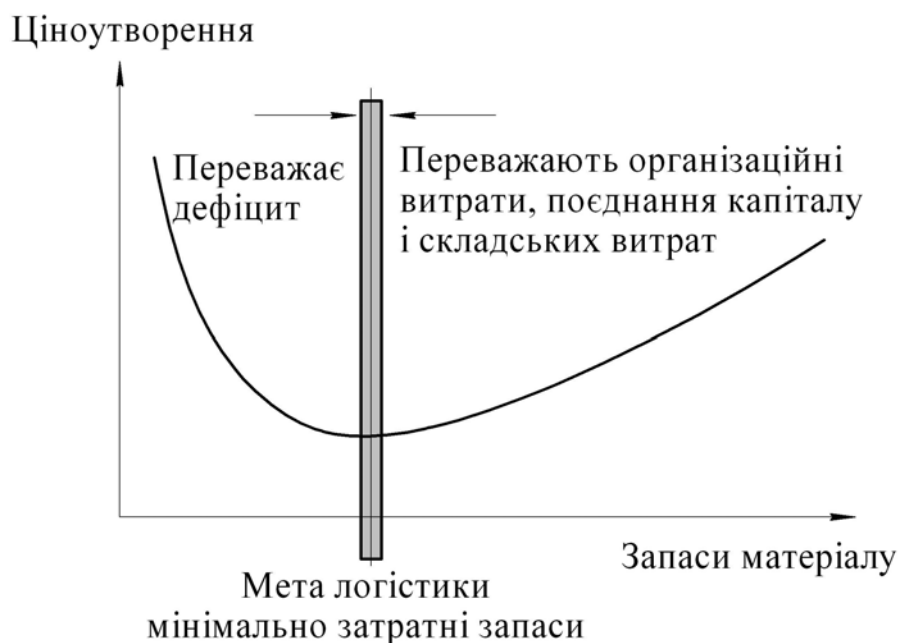


Рис. 4.23. Якісне ціноутворення залежно від запасів

Якщо матеріальні запаси відносно великі, вони збільшують ціну насамперед за рахунок організаційних витрат, поєднання капіталу й складських витрат. Ці витрати коливаються із власного досвіду залежно від підприємства від 15 до 25 % вартості запасів.

При зменшенні матеріальних запасів і перетинанні границі мінімально витратних запасів загальні витрати істотно зростають, оскільки в цьому випадку превалює дефіцит через недолік матеріалу й замовлення не може бути сформоване.

Стратегічне й оперативне завдання логістики – погодити запаси сировинного матеріалу, напівфабрикатів і готової продукції. Досвід показує, що апеляція до продуктивності підприємства із кращими намірами, як наприклад, усереднене десяти відсоткове скорочення запасів, не може гарантувати стійкого успіху. Незабаром примусово знижений рівень запасів відновиться й унаслідок посилення тепер всеосяжних міркувань безпеки навіть стабілізується на більш високому рівні. На основі аналізу запасів за певний часовий період можна добре простежити зменшення й збільшення запасів за хвилеподібною кривою [6].

Тривалих конкурентних переваг можна добитися лише в тому випадку, якщо підприємницьке рішення приймається з урахуванням логістичної оптимізації скінчених величин узгоджено зі стратегією підприємства. Щоб зробити стійкий успіх підприємства реальним, необхідно позначити цілі, що приводять до успіху, координувати їх і розробити підходящу стратегію. При кожному рішенні або новому визначенні цілей потрібно аналізувати наслідки для цілісно розглянутого підприємства.

Логістичні скінченні величини, такі як час виконання замовлення, запаси або рівень сервісу, потрібно, однак, розглядати не статично, а погоджувати з відповідною ситуацією на ринку. Гнучка орієнтація на ринок і клієнта означає до того ж оптимізацію логістичних процесів. Для орієнтованих на ринок логістичних стратегій ці вимоги означають розвиток нових, більш здатних до адаптації методів. У зв'язку з цим на перший план виходить далекоглядна синхронізація матеріальних та інформаційних потоків. Міркування безпеки з тотальною гарантією (Just-in-Case – товар у кожному разі є в наявності) поступаються місцем міркуванням здорового ризику. Це вимагає нових концептів підприємства, які уможливають загальний логістичний ланцюг організації й обслуговування, що виходить також за межі підприємства.

Основним кроком на шляху до формування стратегії є аналіз і структурування детермінант конкурентно-стратегічного внеску логістики в індустріальне підприємство, включаючи попередні й наступні стадії її підготовки та реалізації. Тут необхідно з'ясувати, які фактори успіху й результуючі з них конкурентні переваги може дати логістика для підприємства в погодженості зі стратегією підприємства.

Відповідно до цього стратегічному менеджменту дають визначення вирішальної сили, що вносить конкурентноспроможні логістичні концепти в підприємство й оперативно їх впроваджує. При цьому вирішальну роль відіграє логістичний контролінг із його специфічними техніко-економічними показниками.

На рис. 4.24 зображено основні стадії формування логістики підприємства. *Цілі й стратегії підприємства*, що впливають із них, задають довгостроковий цільовий напрямок. Підприємство встановлює свої цілі й визначає підходящі стратегії на підставі аналізу потреб клієнтів щодо сервісу, аналізу конкуренції та самооцінки підприємства за слабкими і сильними сторонами.

Виведення функціональних стратегій, наприклад стратегій маркетингу або логістики, відбувається в узгодженні зі стратегією підприємства. Наступний пристрій системи в рамках стратегічного логістичного планування потребує розробки комплексу розгорнутих постановок питань і задає рамки такої реалізації системи (рис. 4.24).

При основному виборі стратегії підприємства є вибір між трьома принциповими типами стратегій з метою досягнення конкурентних переваг [7]:

- всеосяжне управління витратами – підприємство прагне стати найбільш економічно вигідним виробником у своїй галузі;
- диференціювання – підприємство пропонує диференційовані продукти й послуги, які вигідно відрізняються від конкурентів;
- концентрація на ключових позиціях – підприємство концентрується на особливих сегментах ринку, тобто робить і збуває певні продукти на обраних ринках.

Істотним фактором успіху у формуванні логістичної стратегії є її узгодження зі стратегією підприємства. Отже *принциповою логістичною стратегією* може бути як *мінімізація витрат*, так і *поліпшення продуктивності* для прицільної підтримки стратегії підприємства (рис. 4.25).

Стратегічні потенціали логістики для *зниження витрат* – це, з одного боку, *капіталовкладення на цілі раціоналізації*, наприклад, в автоматизацію техніки матеріального потоку або автоматизацію обробки інформації та системи управління. З іншого боку, до цих напрямів стратегії належать *заходи, спрямовані на зниження витрат*, наприклад, зниження запасів, запобігання надмірності й оптимізація споживання ресурсів.

Напрямок стратегії на *підвищення продуктивності* передбачає по суті *капіталовкладення в підвищення продуктивності й інформаційні системи та заходи для оптимізації структури*. Вони служать меті поліпшення рівня обслуговування й надійності доставки, збільшення гнучкості й зменшення строків доставки.

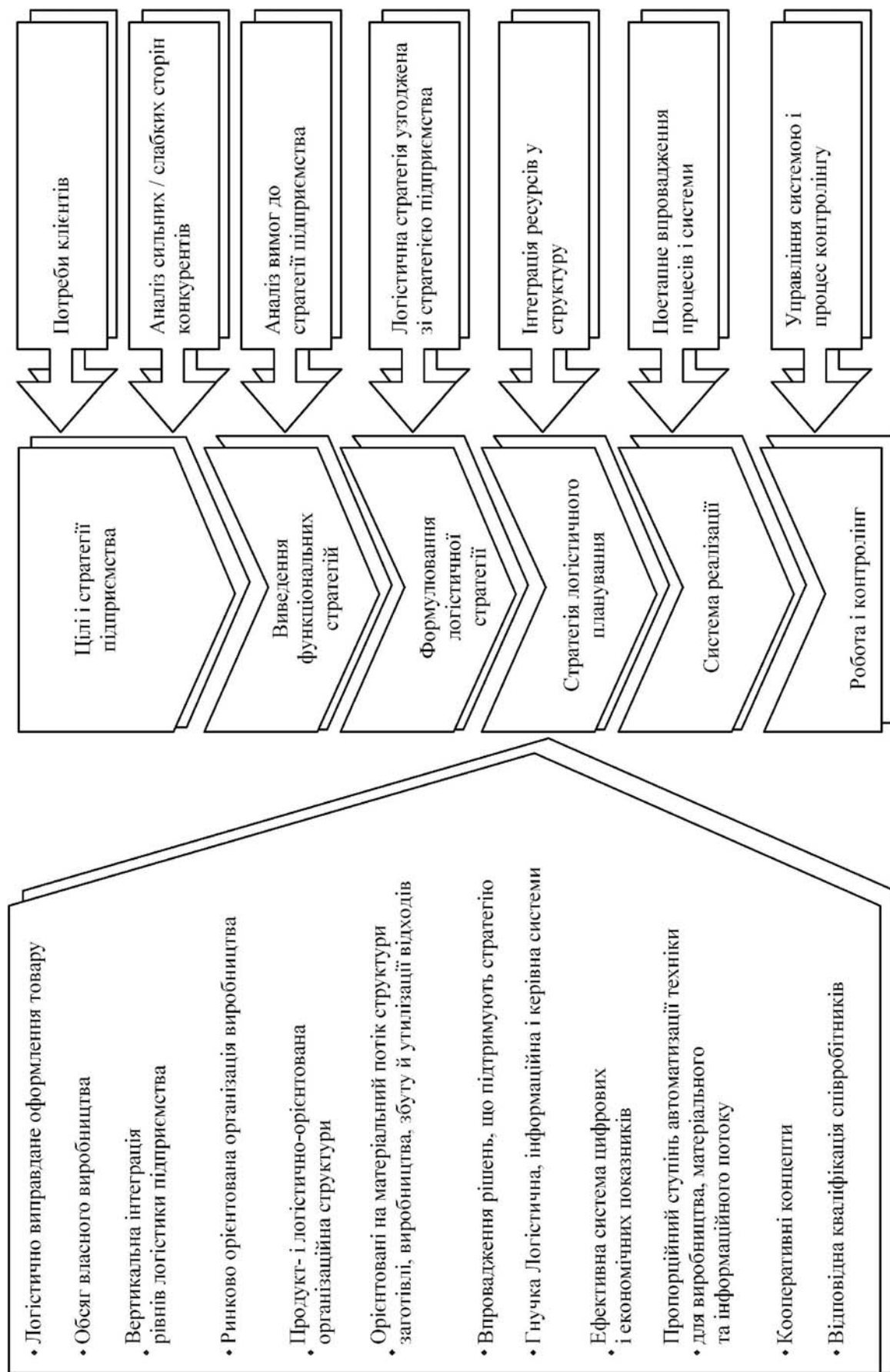


Рис. 4.24. Структура процесу формування логістичної стратегії



Рис. 4.25. Стратегічні потенціали логістики

Через особливості попиту клієнтів і зростаюче значення обслуговування цей напрям стратегії стає дедалі більш значущим.

Для індустріального виробництва формування стратегії означає виробіток комплексної стратегічної й структурної рамки управлінських рішень, що потребує як основу великого структурного й інформаційного аналізу. Прагнути потрібно до того, щоб горизонтальний матеріальний та інформаційний потік можна було планувати, контролювати й управляти ним на всіх етапах у підприємстві: заготівлі, виробництві, збуту та логістичної системи утилізації відходів (рис. 4.26).

Інформаційно-технічне обґрунтування всіх функцій підприємства досягається за рахунок побудови ієрархічно структурованої автоматизованої інформаційної й управлінської системи і поєднуються з новою організаційною структурою, наприклад, зі створенням логістичних центрів управління. На підставі структури продукту й виробництва встановлюють різні рівні створення вартості для кожного підприємства. При цьому мають у своєму розпорядженні вибір обсягу власного виробництва як структурного стратегічного потенціалу підприємства. Відповідно частка власного виробництва підприємства має значний вплив на застосовувані логістичні стратегії в заготівлі, виробництві й збуті.

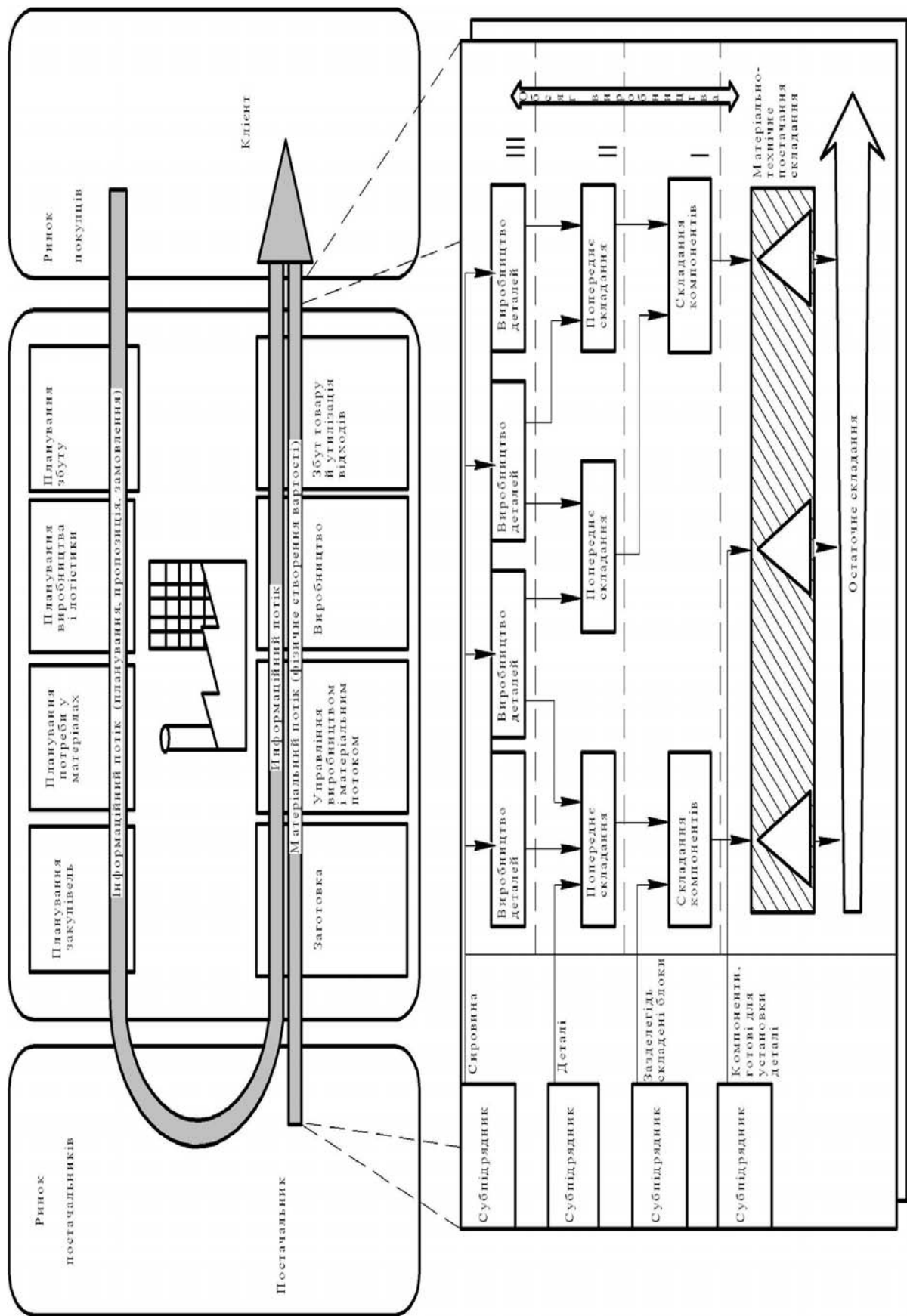


Рис. 4.26. Стратегічна й структурна рамка управлінських рішень

Різні постачальники автомобілів сьогодні постійно намагаються підвищити частку додаткових закупівель, тому частка їхньої участі у виробництві вже частково знизилася до 22 %.

Якщо ця тенденція збережеться, вони стануть дедалі більше схожі на фабрики для складання. Рушійними силами зниження обсягу власного виробництва є, наприклад, зниження загальних витрат шляхом оптимізації транспортного ланцюжка. Підприємницько-політичні принципи, як наприклад, забезпечення зайнятості й охорона ноу-хау у власному підприємстві, є протидіючими силами для цього.

На рис. 4.27 наведено важливі скінченні величини для логістичних стратегічних міркувань в індустріальному підприємстві. Ці величини взаємно по-різному впливають одна на одну і роблять вирішальний внесок в успіх підприємства. Тому вони повинні бути включені в логістичні стратегічні міркування. Це надалі розглядатиметеся детальніше.

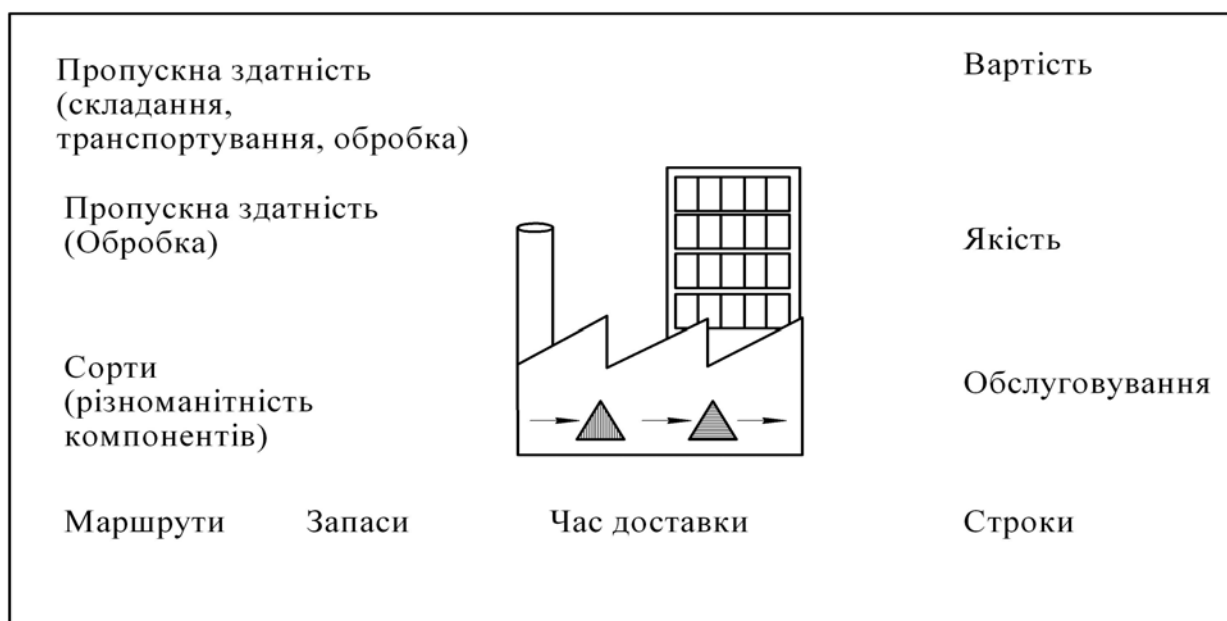


Рис. 4.27. Важливі системні величини логістики

У загальному випадку виділяють *час доставки*, *час виконання замовлення* й *тривалість виробничого циклу*. *Час доставки* – це час між надходженням замовлення й доставкою предмета замовлення. *Час виконання замовлення* охоплює час від диспозитивних і організаційних заходів щодо управління замовленням підприємством до доставки замовлення. *Тривалість виробничого циклу* відлічується від моменту поставки матеріалу для виконання замовлення на підприємстві та закінчується його виконанням. Оскільки один продукт складається, як правило, з декількох деталей або блоків (сортів), визначається *середня тривалість виробничого циклу* для

цілого замовлення, що оцінюється відносно ціни, обсягу або ваги й у часі починається з певного моменту фази заготівлі.

Скорочення тривалості виробничого циклу надає зазвичай великий раціоналізаторський потенціал. Основою для короткого часу виконання замовлення часто є великі запаси матеріалу. Останні, з іншого боку, призводять до високої тривалості виробничого циклу, оскільки оптимум має бути досягнутий шляхом узгодження обох годин. З метою скорочення часу виробництва усі автомобільні заводи розміщують більшість компонентів замовлень на інших заводах (рис. 4.28). Причинами великого часу доставки й виробничого циклу є переважно наслідки часу зберігання замовлення й матеріалів, обумовленого керуванням і потоком, які у свою чергу здебільшого походять із очікування необхідних засобів праці (рис. 4.29).

Середній час виконання замовлення визначається відношенням середньої кількості виконання очікуваних замовлень до продуктивності засобів праці.

Логістичне завдання – знайти економічну *область компромісу*, в якій не тільки добре використовуються потужності засобів праці, але й запаси, час доставки й виконання замовлення прийнятно низькі (див. рис. 4.23). Ця область – це логістично оптимізований робочий діапазон виробничої системи.

Ефективне скорочення часу виконання замовлення може бути досягнуто лише тоді, коли разом із технологічними пристосуваннями (скорочення підготовчо-заключного часу, гнучке поєднання процесів, автоматизація) та узгодженням інформаційного й матеріального потоку будуть організаційно синхронізовані окремі операції в створенні вартості товару.

Таким чином значний потенціал має скорочення часу виконання адміністративних і диспозитивних функцій підприємства. Найбільш тривалий час виконання замовлення виникає через те, що окремі процеси заготівлі, виготовлення й складання відбуваються послідовно, тобто коли одна фаза починається тільки тоді, коли завершується попередня.

Шляхом зміни форми організації із включенням актуальної інформації про статус замовлення матеріал виготовляється в такі строки, що він може бути відразу включений у складання без тривалого часу зберігання й очікування. Це виробництво із синхронним складанням, в основі якого покладений принцип Just-in-Time, що потребує підвищених витрат на управління, однак веде до значного скорочення часу виконання замовлення й виробничого циклу й, таким чином, до зниження запасів матеріалу. Шляхом зміни стратегії розміщення замовлень, що приводить до синхронної з виробництвом заготівлі, можна досягти значного раціоналізаторського ефекту щодо виробничого циклу й запасів (рис. 4.30).

Скорочення запасів і часу виконання замовлення може бути досягнуто безліччю заходів. Для всіх застосовуваних стратегій справедливо, що фактор інформації, часто також із застосуванням комп'ютера, використовується ефективніше.

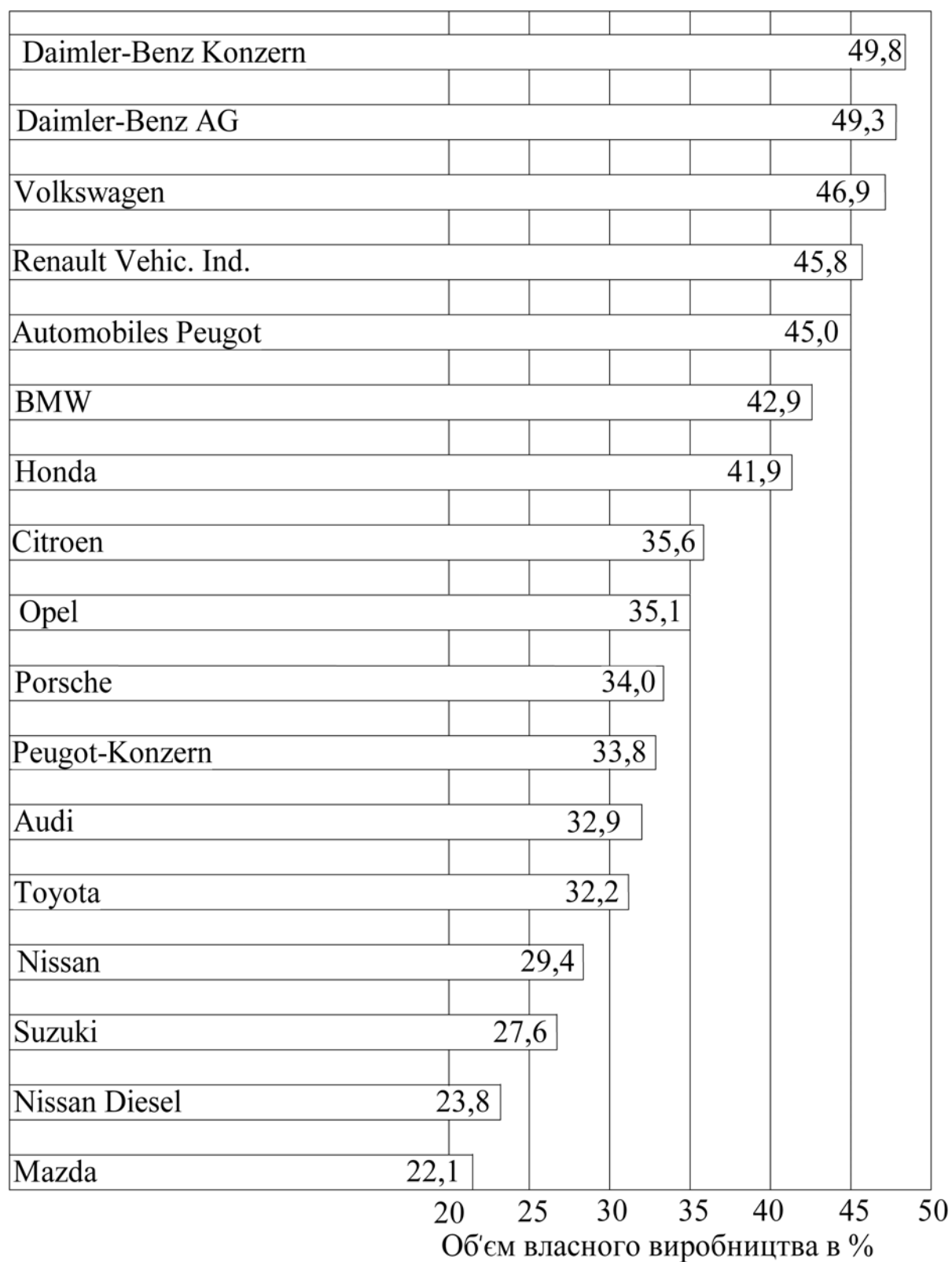


Рис. 4.28. Обсяг власного виробництва різних виробників автомобілів

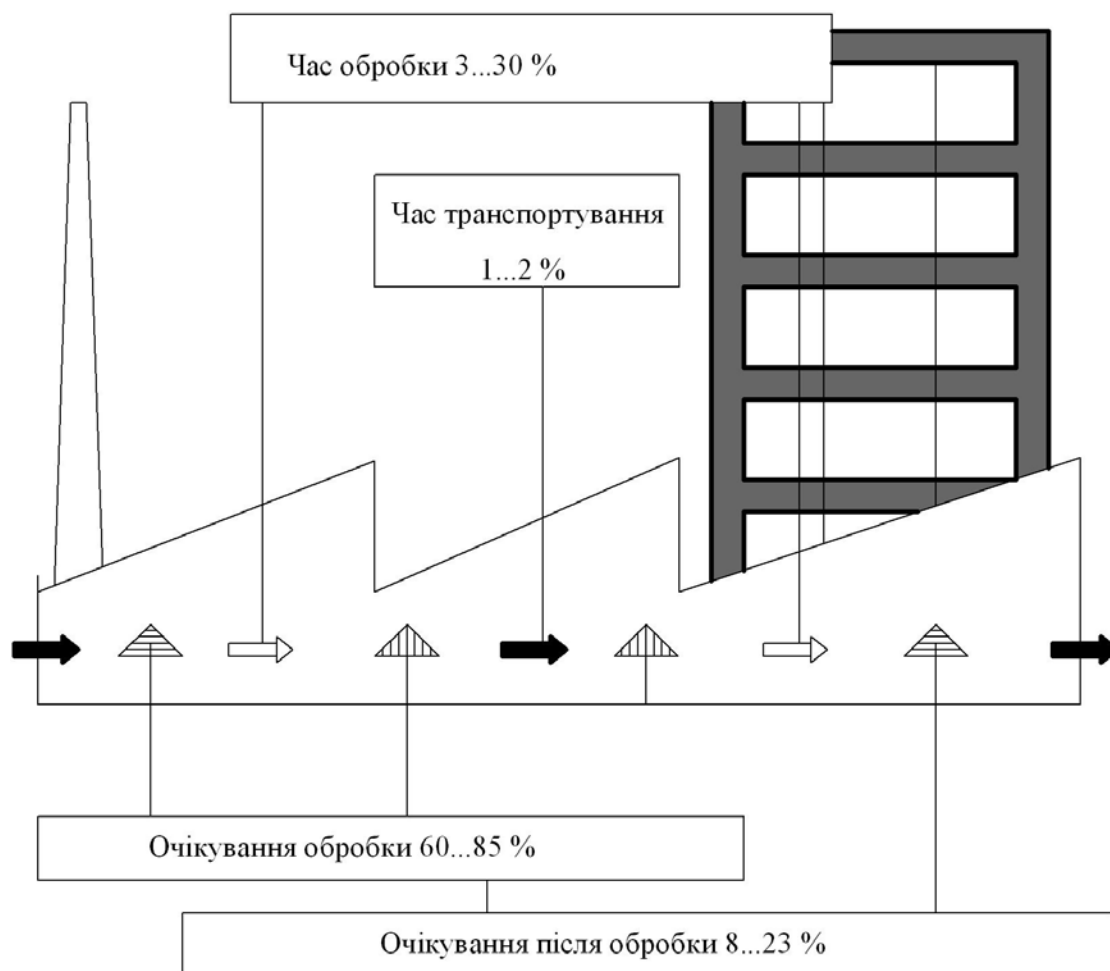


Рис. 4.29. Значний час виконання замовлення через час очікування матеріалу

Вихідна ідея використання інформації свідчить, що матеріал, що перебуває в розпорядженні, має бути вільним. Потрібно прагнути до того, щоб всі матеріальні й інформаційні потоки були синхронізовані або, навіть, інформаційний потік випереджав матеріальний. Час, вигаданий в цьому випадку, може бути використаний для того, щоб створити оптимальну координацію робочих операцій і робочих засобів, беручи до уваги багато обмежень (див. рис. 4.30).

Короткострокове здійснення бажань клієнта – це істотний фактор успіху підприємства. Для реалізації цієї вимоги необхідні, з одного боку, знання про вимоги клієнта до строків доставки й, з іншого боку, адекватна оферта підприємства з можливістю запропонувати найкоротші строки виконання й доставки.

На рис. 4.31 зображено на прикладах, як одне підприємство може реагувати на різні вимоги до часу доставки згідно з різними стратегіями управління виробництвом.

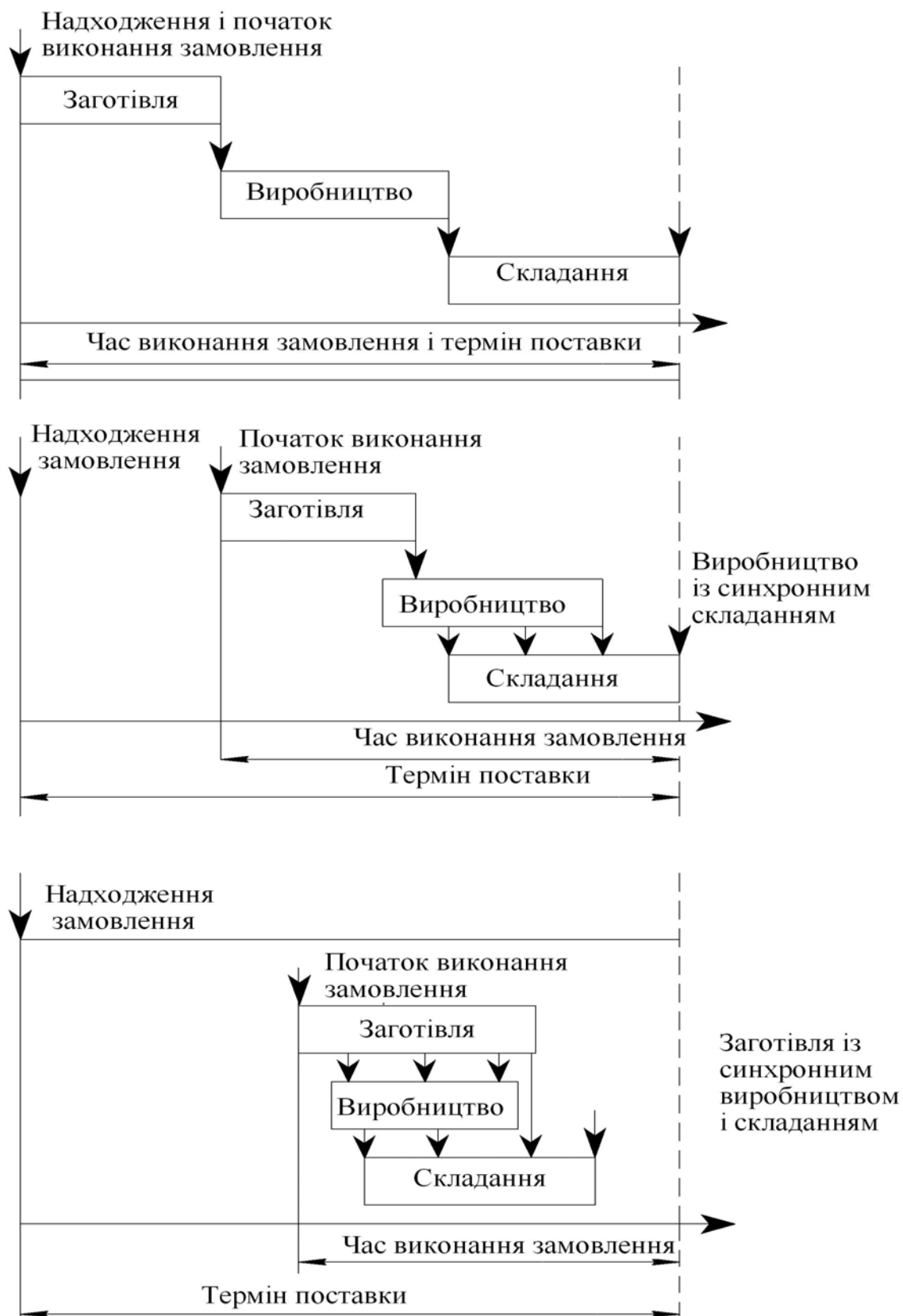


Рис. 4.30. Схеми варіантів: скорочення часу виконання замовлення

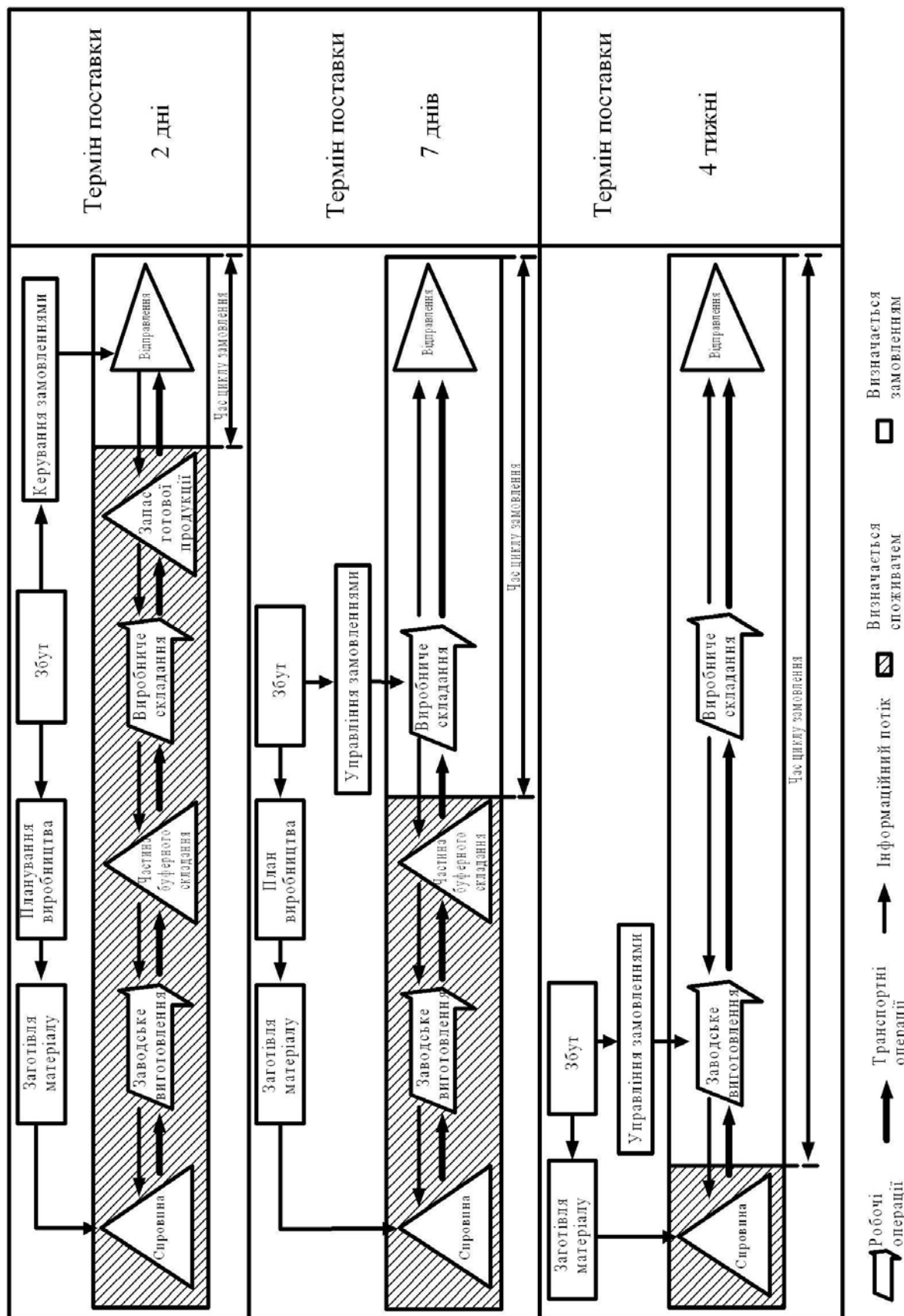


Рис. 4.31. Залежність між часом доставки й управлінням виробництвом

При строках доставки у два дні можна взяти замовлений товар зі складу готової продукції та відправити його. Виробництво залежить від споживання, накопичувач певного розміру відповідає за те, що ланцюжок матеріального потоку не розривається. При строках доставки сім діб можна відмовитися від великого складу готової продукції, тому що в такому випадку є прийнятним більш довгий час виконання замовлення. Деталі для виробництва й складання постачає попередній накопичувач, що заповнюється відповідно до попиту. Виробниче завдання виконується згідно із замовленням аж до відправлення. У випадку третього ступеня диференціювання замовлення виконуються протягом чотирьох тижнів. У такому випадку – при налагодженій організації – можна відмовитися від будь-яких накопичувачів і складів.

Виключення становлять, як і у двох попередніх прикладах, склади сировинного матеріалу, оскільки тут час поповнення запасів часто більший, ніж необхідні строки поставки, цей склад повинен бути врегульований за допомогою планування виробництва й матеріалу.

Для втілення логістичних стратегій розроблено цілий ряд методологій. Їх успіх залежить, з одного боку, від комфорту користувача та, з іншого боку, від їх індивідуальної придатності до застосування.

Такими методологіями є [8]:

- канбан – децентралізація процесів планування й управління на основі саморегульованого (співвіднесеного із продуктом і процесом) ланцюга управління;

- обумовлене навантаженням виконання замовлення, засноване на реалізації виробничого завдання відповідно до запасів, виробничого заділу й навантажувального режиму;

- OPT (Optimized Production Technology) – оптимізована технологія виробництва – великий менеджмент-концепт із управлінськими системами для планування й управління виробництвом з урахуванням дефіциту;

- Fortschrittszahlen – інструмент планування й спостереження при широкій диспозитивній автономії постачальника, також для обмежених сфер виробництва;

- MRPS (Management Resources Planning System) – система, заснована на суто централізованих концептах автоматизації, для виявлення попиту відповідно до плану й замовлення для довгостроково прогнозованого виробничого процесу;

- JIT (Just-in-Time) – всеосяжний концепт для виробництва або монтажу відповідно до попиту на постачання матеріалу.

Just-in-Time як всеосяжна логістична стратегія. Виробництво Just-in-Time [9] означає, що заготівля матеріалу на місцях використання має бути оптимізована так, що матеріал постачається *точно в строк* і зазнає експлу-

атації без подальшого складання. Оскільки цей принцип повинен бути оптимізований для логістичного ланцюга постачання, виробництво на попередніх виробничих установках відбувається також настільки пізно, наскільки це можливо, тобто синхронно з виробництвом на вимогу. Сумлінне проходження цьому методу дозволяє добитися значної мінімізації запасів і скорочення часу виробничого циклу. Шляхом зміни диспозитивної стратегії заготівель, що веде до синхронного з виробництвом постачання деталей і заготівлі матеріалу, можна ще підсилити позитивні ефекти.

Розробку й впровадження JIT-виробництва можна вважати революційними. Точкою кристалізації при впровадженні JIT у Німеччині була сфера автомобілебудування, після декількох пілотних проектів розвинулась і електроіндустрія. Автомобільна індустрія через специфічні економічні дані є першопрохідником у залученні постачальників у виробничі зв'язки. Обсяг продукції при найвищих якісних вимогах і високій розмаїтості варіантів потребує більш, ніж в інших галузях, нових логістичних концептів.

До впровадження рішень Just-in-Time підприємства дотримуються стратегії, купувати окремі деталі й перестраховуватися в декількох постачальників. Зі зростаючим розумінням раціоналізаторського потенціалу логістики підприємства більше концентруються на меншій кількості постачальників. Концепти для реалізації стратегії Just-in-Time потребували тісного співробітництва між підприємством і вибраними постачальниками, та з'явилися нові форми кооперації, які, щоправда, призвели також до більш сильної залежності.

Якість і рівень сервісу – це вирішальні параметри для оцінки й вибору постачальника. При зниженні обсягу власного виробництва відбувається об'ємна закупівля компонентів, що переважно є незалежними функціональними одиницями. Деякі ознаки вказують на те, що в майбутньому кількість постачальників знову збільшиться (рис. 4.32).

Стандартизовані компоненти й інтерфейс автоматизованих інформаційних систем спрощують зміну постачальників. До того ж спостерігається тенденція перетинання державних кордонів шляхом створення інтернаціональних зв'язків і Global Sourcing (рис. 4.32), тобто загальносвітового виробництва. Впровадження єдиного європейського ринку в 1992 році ще сильніше інтенсифікувало цю тенденцію.

Успішне впровадження JIT-виробництва передбачає цілий ряд операцій планування й оформлення, якщо необхідно виконати істотні вимоги до послуг доставки. Ступінь виконання послуг близько 98–99 %, що потрібно від постачальників автомобілів, не є рідкістю. Вибір підходящого концепту постачання робить свій внесок у гарантування надійності постачання в умовах стислого часу виконання замовлення й малих запасів. Найвимогливішою формою прив'язки постачальників є пряме постачання. При ній оптимальний логістичний ланцюг досягається без проміжного складання й

передачі відповідальності. Переривання ланцюга й, разом із цим, недостача постачання можуть бути відвернені лише послідовним інформаційним зв'язком.

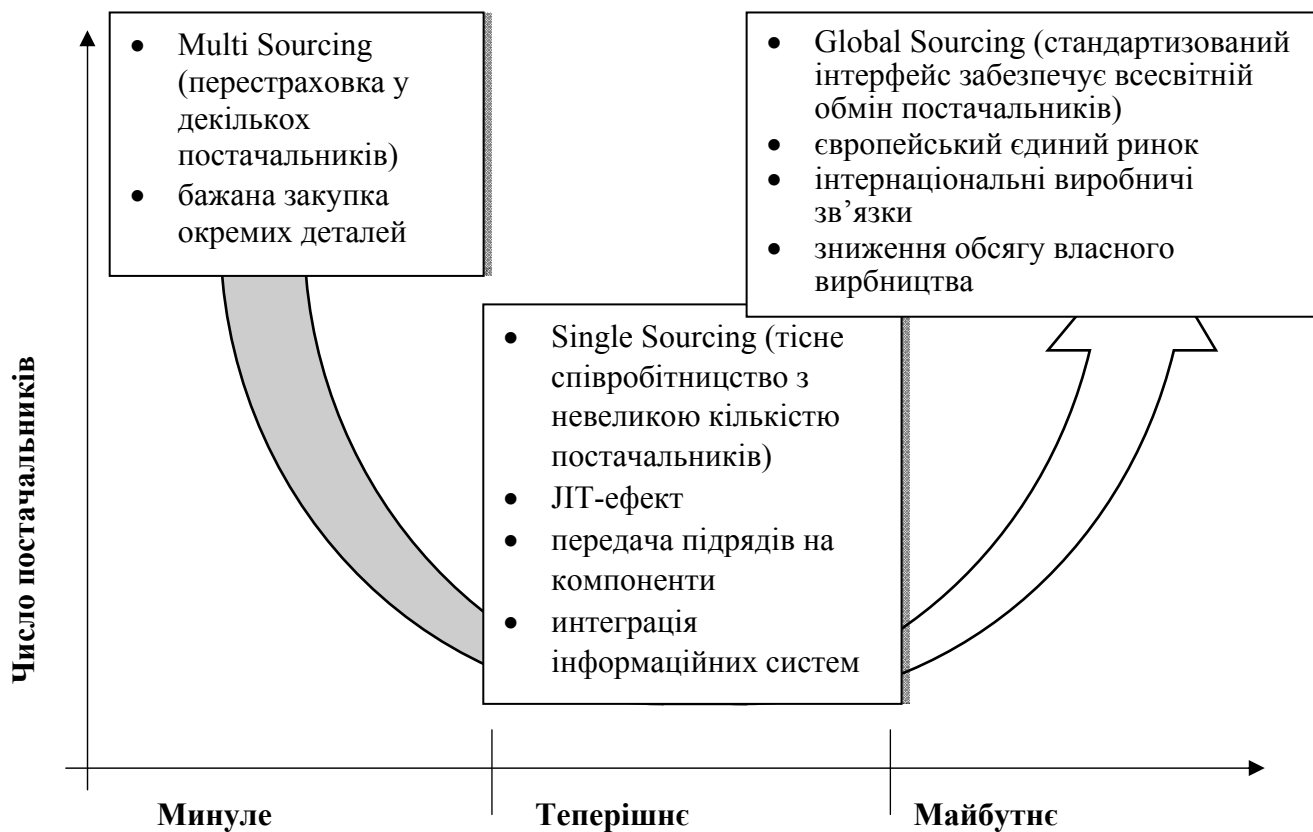


Рис. 4.32. Тенденції зміни кількості постачальників

Разом з інформаційним зв'язком вирішальним фактором успіху ЛІТ є точність прогнозування обсягів і послідовності постачання. У США відхилення від прогнозованого обсягу постачання за тиждень до строку доставлення становлять до $\pm 25\%$ (для порівняння в Японії лише $\pm 1\%$). Ці небезпечно високі коливання покриваються збільшенням запасів для вирівнювання ризиків. Аналіз структури запасів дає показові відомості про відправні точки для скорочення запасів. Шляхом збільшення частоти постачання й зниження обсягів постачання можна скоротити середній обсяг запасів без шкоди для сервісу.

Ідея Just-in-Time вимагає суворого скорочення традиційних складів до абсолютно неминучого мінімуму. Тенденція ясно йде від центрального виробничого складу, в якому зберігається весь багаторазово захищений товар, до децентралізованих, повністю автоматизованих, інтегрованих у виробництво гнучких накопичувачів, які показують високу динаміку обігу. До складу в майбутньому відійде функція короткострокового тимчасового зв'яз-

ку, що є неминучою для зрівноважування потужностей наступних однією за одною виробничих операцій. Внутрішньовиробнича реорганізація підприємства веде до продуктивної структури виробництва. Орієнтована на продукт, складена за груповою технологією виробництва істотно зменшує поділ праці в процесі створення вартості. Короткі маршрути з відповідно коротким часом виконання замовлення й високою своєчасністю стають у цьому випадку реальністю. Розглянуті галузі виробництва мають просту структуру з відносно простим логістичним і виробничим керуванням. Недоліками цього концепту є відносно висока спеціалізація продукту й, разом з тим, обмежена типова мінливість, що може призвести до неоптимальної завантаженості виробничих потужностей.

При виборі постачальників вирішальними критеріями є якість, ціна, час доставлення й гнучкість. Оскільки час виступає в ЛТ-постачанні основною величиною оптимізації, останнім часом простежується тенденція розміщення постачальників поблизу виробників автомобілів. Деякі виробники навіть вимагають розміщення постачальників у своїй безпосередній близькості. Це прагнення до притягання веде до виразної структурної перебудови й концентрації постачальників біля місця розташування виробників автомобілів, що приводить до значних соціально-економічних змін і зростаючої залежності від галузі. Робоча сила в цих регіонах, незважаючи на частково високий рівень заробітної плати, стає дефіцитом. Альтернативні оптимізаційні розробки дають шанс також дистанційно розташованим постачальникам, дозволяючи їм не міняти свого старого місця розташування. Тому концепти in-Time-постачання на великих відстанях є найважливішими перспективами розвитку. В цих умовах поряд із виробничим фактором, що компенсує відстань, інформації, важливу роль відіграє інтенсивна кооперація як між постачальниками в одному виробничому зв'язку, так і між постачальниками й експедиторами.

Обсяг роботи експедиторів у такій кооперації сильно розширюється. Доручення виконання логістичних послуг третім особам стає тим більше цікавим для індустріальних і торговельних підприємств, чим більше експедитори вживаються в роль підприємств з надання логістичних послуг. У цій функції вони переймають дедалі більше операцій у логістичному ланцюзі постачання, наприклад, складання, комісіонування, попереднє складання й пряме постачання до місця призначення на підприємство-замовник. Через зростаючі вимоги відправників вантажу (індустріальних і торговельних підприємств) до логістичних послуг і відкриття європейського транспортного ринку дедалі більше експедиторів вважають себе зобов'язаними виконувати свої послуги за високим стандартом якості й індустріалізувати їх, як наприклад, служби кур'єрської доставки або експрес-служби, що пропонують комплексні логістичні рішення для своїх клієнтів. Такі рішення охоплюють, наприклад, такі

послуги, як керування складом, включно з керуванням складськими запасами за допомогою відповідної обробки даних. Крім того, надаються послуги з керування та здійснення всіх товарних потоків, включаючи передачу інформації й узяття на себе подальших сервісних функцій, наприклад, упакування, маркування, купівлі/продажу. Ці розширені послуги ведуть до повного використання раціоналізаторського потенціалу при тому, що відбувається скорочення, численних пристроїв сполучення в ланцюзі постачання.

Отримані в автомобільній галузі знання дедалі більше застосовуються в інших галузях. Так, наприклад, в електроіндустрії з інтенсивним процесом складання набувають застосування успішні ЛІТ-концепти; наступні можливості застосування – торгівля з розвитком ЛІТ-виправданих центрів розподілу товару. Для повного використання раціоналізаторського потенціалу часто має сенс уповноважувати експедитора надавати логістичні послуги (підприємства з надання логістичних послуг). Також у власному виробництві дедалі частіше реалізуються in-Time-рішення.

Співробітництво між відправниками вантажу й експедиторами в майбутньому безсумнівно продовжить зростати. Разом із технологічною інтеграцією підсилюється організаційний зв'язок на основі переважно рівноправних інтересів. Цей зв'язок можна охарактеризувати поняттям «кооперація». Виділяють три основні форми кооперації:

- об'єднання декількох підприємств однієї галузі;
- співробітництво між відправниками вантажу й експедиторами;
- об'єднання різних транспортних підприємств.

Оскільки *кооперація* між *одним* відправником вантажу й *одним* експедитором уже робить можливими раціоналізаторські ефекти, мабуть, що синергічні ефекти можна ще підсилити, якщо *кілька* підприємств однієї галузі або *ціла* галузь йде на кооперацію з одним великим експедитором або їх об'єднанням.

При цій можливій змішаній формі бажаної кооперації експедитори могли б перейняти всі логістичні функції приєднаних підприємств із боку заготівлі й збуту. Досяжні в такий спосіб надзвичайне фокусування й регулювання товарних потоків, як і можливість спеціалізації та автоматизації, дозволяють добитися максимально можливого раціоналізаторського ефекту й поліпшення якості обслуговування.

До загальних ефектів кооперації в транспортному ланцюзі належать такі:

- прозорість запасів у транспортному ланцюзі підвищується;
- надмірність логістичних операцій, наприклад, об'ємне й надлишкове складання на декількох рівнях у транспортному ланцюзі, не допускається;
- логістичні рішення підприємств, що співробітничать, можуть бути координовані;

- за допомогою кооперації можна досягти економічної потуги єдиного підприємства;

- технологічні можливості раціоналізації можна скоріше втілити у великих логістичних системах (автоматизація);

- ефективні логістичні системи часто можна створити лише шляхом кооперації;

- кооперація сприяє узгодженню планів між окремими логістичними системами щодо застосовуваних інформаційних технологій, засобів складання й транспортування;

- поліпшена за допомогою кооперації логістична система дозволяє зменшити зв'язок капіталу, оскільки скорочуються запаси в складах, а також на транспортному шляху. Останні можна мінімізувати більш швидким виконанням замовлення, оборотом і транспортуванням;

- кооперація служить однак не тільки для скорочення витрат, але й у тому числі для поліпшення продуктивності. У такий спосіб можна поліпшити, наприклад, якість послуг доставки й постачання;

- вплив на самостійність підприємств, що скооперувалися, можна розглядати із двох точок зору. З одного боку, через кооперацію зменшується незалежність і конкуренція в економічних підсферах; з іншого боку через зниження витрат і збільшення продуктивності досягається економічний успіх, що навпроти забезпечує незалежність;

у загальному випадку й цілому можна прийняти, що кооперація веде до зростання гнучкості;

У кожному разі, коли мова йде про in-Time-поставки, має місце максимально ефективний устрій складського господарства. У сфері відносин постачальник-приймальник, що є типовим для автоіндустрії, існує концепція ефективного складського господарства за прикладом зовнішнього заготівельного складу.

Зовнішній заготівельний склад цікавий тоді, коли мова йде про деталі, не готові до безпосереднього транспортування за принципом потокового виробництва, й коли ця концепція приносить вигоду обоим сторонам.

Для визначення економічно виправданого розміру партії у виробництві вирішальними є по суті стійкість інструментів, витрати на переналагодження, постійні статті витрат на партію, а також розмір транспортної партії (компонент часу й обсягу продукції) і складські витрати. При цьому торговельний ризик постачальника за допомогою виробництва на складі й ризик застосування за допомогою зміни конструкції приводяться у відповідність. Необхідно перевірити, чи не використовується кілька постачальників однієї деталі і як виглядає розподіл квот і ритм заготівель складу, або чи можливо використовувати лише одного єдиного постачальника. Зовнішній заготівельний склад повинен приносити економічні вигоди як приймальникові, так

і постачальників. По суті при цій концепції надаються такі економічні вигоди:

- вигідне виробництво економічно виправданого розміру партії;
- велика прозорість запасів і централізація складського господарства;
- економія на фрахтових витратах.

Обчислювальні корисні ефекти, як наприклад, менше зв'язування капіталу й експлуатаційні витрати зовнішнього заготівельного складу, з погляду економіки можна протиставити його витратам.

Концепція зовнішнього заготівельного складу припускає закритий інформаційний ланцюг від постачальника через склад до приймальника. Необхідно організувати, з одного боку, транспортування від постачальника до складу та, з іншого, підвезення від складу до приймальника. При цьому необхідно враховувати використання переваги у фрахтових витратах. Сьогодні усе ще часто застосовується контроль якості як постачальником, так і приймальником, що може бути замінений на контроль лише постачальником, наприклад разом із інженерами з контролю якості, що подорожують від приймальника або передачею даних контролю якості (дистанційна передача даних).

Принципово як керуючим зовнішнім заготівельним складом розглядають приймальника, постачальника або підприємство з надання логістичних послуг (експедитора). У кожному випадку потрібно з'ясовувати індивідуально, кому варто виконувати обов'язки керівника.

У такий спосіб можна реалізувати ефективно здійснення логістичних процесів шляхом всеосяжного розуміння ринково-орієнтованої логістики й зростаючого розмежування функцій, а також кооперації. Тут необхідний, з одного боку, розвиток поліпшених методів планування та устрою, що враховують всі релевантні фактори впливу в концепції поширеної, заснованої на JIT-принципах логістичної системи. З іншого боку, необхідно розвивати відповідне управління конфліктними ситуаціями, щоб уникнути втрат через незгоду між партнерами в кооперації.

Вимоги до реалізації логістичних стратегій. Стратегічне мислення та діяльність у логістиці становлять для багатьох підприємств новий вимір і потребують розробки комплексних постановок питань та рішення об'ємних завдань з устрою. Причинами невдачі або ж перешкод для інтегрованих, стратегічно-орієнтованих логістичних рішень можуть бути:

- відсутні концепти й інструменти аналізу;
- високий поділ праці в проектах з планування;
- комплексна постановка завдання, що вимагає дедалі більш системного мислення від планувальника;

- існуючі в підприємстві інформаційні системи, які не надають необхідних даних і інформації;
- швидкий аналіз, що часто не надає бажану актуальну основу планування;
- занадто малий досвід планування в учасників;
- функціональні стратегії, не погоджені зі стратегією підприємства;
- швидкі зміни з потребою коротких циклів планування;
- існуюча організація підприємства;
- відсутність штабів планування у малих і середніх підприємствах.

Оптимальний устрій і реалізація ефективних стратегічних концептів для транспортного ланцюга залежить від різних факторів. Так, галузь, складеності продукту, технологія й організація виробництва, а також передумови для розвитку керування мають вирішальний вплив на стратегію та логістичну організацію. Фактором, яким не можна зневажити, є до того ж індивідуальні передумови підприємства, тобто наявність підходящої особистості як промоутера для міжвідомчих завдань з кооперації і координації. Застосування підходящої логістичної стратегії та її вплив на різні скінченні величини логістики сьогодні має бути вивчене в комп'ютерній симуляції системи (у рамках логістичної студії), перш ніж будуть вжиті стратегічні заходи.

4.2.2. Логістика постачання або закупівельна логістика

Мета й філософія. З переміщенням ринку продавців на ринок покупців з більш вимогливими побажаннями клієнтів і вимогою вищого рівня поставок з більш точним дотриманням строків постає новітня тенденція розвитку в сфері промисловості товарів споживання. Реакція на вимоги ринку перебуває у великій диверсифікованості продуктів з безліччю варіантів моделей при сильно зниженому власному виробництві. Логістиці постачання підпорядковується планування, управління й спостереження за всіма процесами постачання, що стосуються підприємства. Логістика постачання або закупівельна логістика повинна забезпечувати матеріальний потік від ринку придбання до місця споживання на підприємстві, а також забезпечувати потік інформації відповідно до вимог логістики: горизонтальна будова логістики підприємства.

Зазначені зміни в логістиці підприємства стосуються насамперед автомобільної промисловості. Автомобілебудівний завод повинен через це служити прикладом реалізації випереджальної та спрямованої на майбутнє логістики постачання (рис. 4.33).

Логістика підприємства, що з професійної точки зору підпорядкована центральній адміністрації концерну, а з дисциплінарної й оперативної точки зору – ще й керівникові підприємства, поєднує сфери постачання, виробництва й розподіли відносно матеріального потоку і потоку інформації

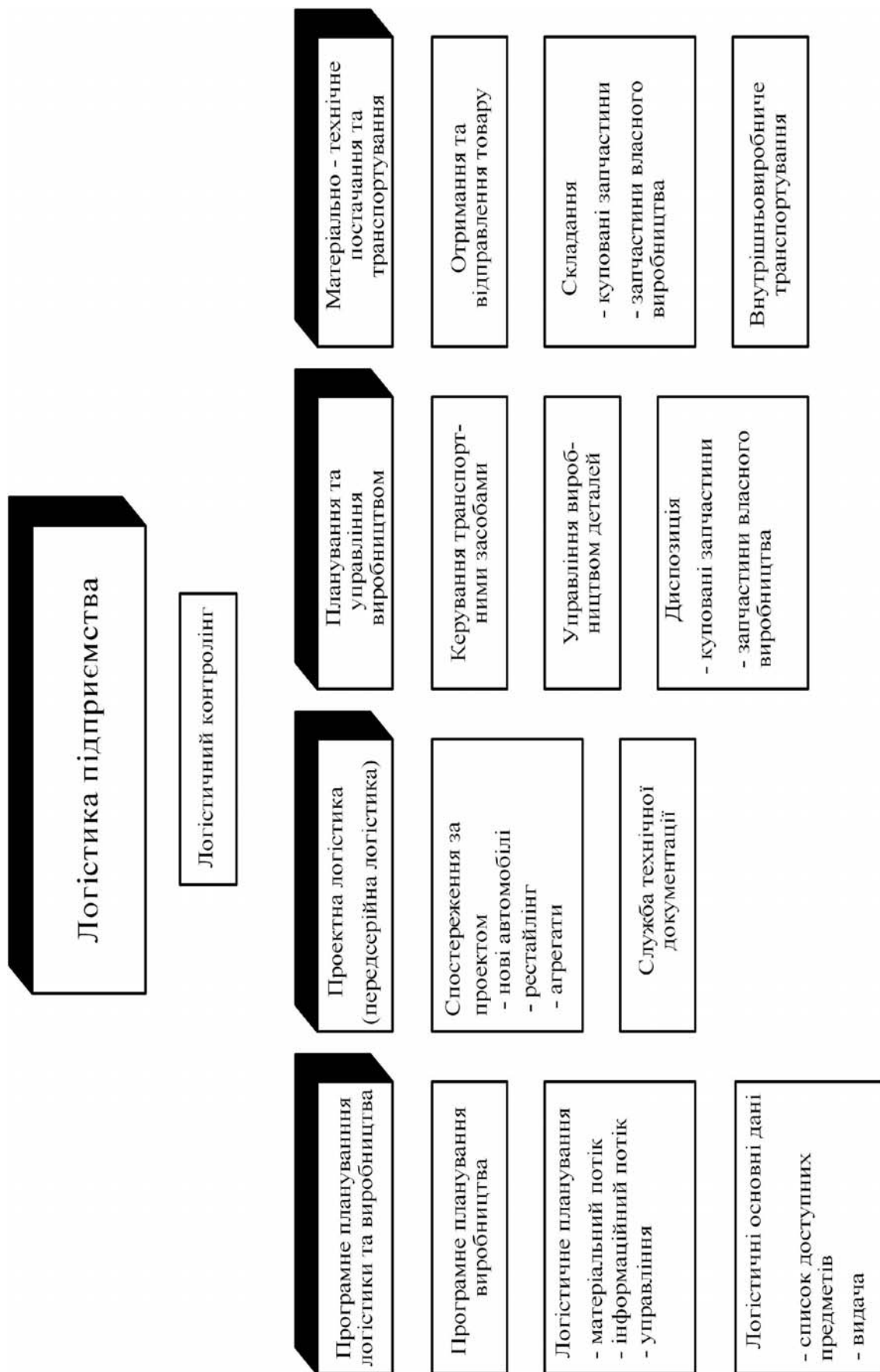


Рис. 4.33. Заводська логістика із чотирма самостійними сферами й вищим логістик-контролером матеріально-технічним постачанням

Існують чотири самостійні сфери управління матеріально-технічним постачанням «Logistik-controlling»:

- програма планування логістики й виробництва;
- логістика прототипу (передсерійна логістика);
- планування й управління виробництвом;
- матеріально-технічне постачання і транспорт.

Необхідно підкреслити, що програмі планування логістики й управління виробництвом приділяється першорядне значення, через те що вона несе відповідальність, насамперед, за планування й довгострокову координацію всіх видів діяльності в сфері логістики. У цій сфері на підприємстві зайнято приблизно 70 працівників.

За наявності близько 1500 працівників такі складові логістики, як *матеріальне господарство і транспорт*, являють собою частину сфери із найбільшою зайнятістю персоналу. Вони вирішують проблеми в сфері логістики постачання залежно від їх призначення.

Велике значення логістики постачання в межах організації виробництва впливає із чотирьох основних цілей логістики, які сформулював виробник автомобілів на підставі незначної глибини виготовлення порівняно з іншими виробничими підприємствами та великою різноманітністю деталей, виробництво яких залежить, зокрема, від оптимальної логістичної організації постачання:

- розроблення уніфікованої стратегії логістики й послідовне перетворення її принципів;
- удосконалення швидкості постачання за рахунок зниження часу проходження замовлення й підвищення вірогідності виробничих програм і поставок;
- мінімізація часу усього процесу виробництва, тобто від постачання (придбання) через процес виготовлення до готового авто;
- оптимізація витрат на логістику управління, постачання, складання й транспортування матеріалу.

Перетворення перерахованих цілей з боку логістики постачання й планування виробничих програм орієнтується на основні принципи логістики планування потреби матеріалів через *інтегровану систему інформації* та відбувається управління процесами виготовлення, розміщення й постачання матеріальних і технологічних потоків, а також послідовно перетворюються частини варіантів постачання.

Здійснення вибору варіантів постачання (придбання) потребує оптимального та погодженого *планування виробничої програми* й управління матеріальними потоками. Перший довгостроковий етап цього планування буде розроблятися на наступні десять років, ґрунтуватися на досвіді останніх років і на ймовірному розвитку кон'юнктури. Це планування вдоскона-

люється й узгоджується на основі зібраних даних для складання програм і на основі актуальних розробок. За півроку до початку виробничого процесу комітети з планування виробничих програм розраховують потреби відповідно до оціночних показників і інформації з довгострокового планування. Із цього моменту часу конкретні замовлення покупців уже включаються до планування потреб, збираються протягом приблизно восьми тижнів до початку виробничого процесу й розміщуються в сприятливій для виробничотехнічних умов послідовності. Остаточна виробнича програма відправляється за 12 днів перед початком виробничого процесу, при цьому є можливість вносити певні зміни до монтажу транспортного засобу (авто). До цього моменту часу кузови автомобілів, що зберігаються на багатоярусних складах після лакування, подаються на складальну лінію. Після цього внести зміни у виробничу програму не допускається. Виконання планування виробничої програми приводить послідовно до узгодження замовлення, злагоженості програми, кінцевої стабілізації програми й остаточно – до абсолютної вірогідності програми.

Система керування й інформації. Основу техніки керування й передачі інформації логістики постачання становить інтегрована система інформації і керування (рис. 4.34). Ця система гарантує чітке погодження матеріальних потоків у щотижневій і щоденній виробничій програмах і забезпечує підвищену надійність розподілу поставок. Система включає онлайн-зв'язок з постачальниками, які відразу ж обробляють передану інформацію.



Рис. 4.34. Інтегрована система інформації та керування

Перед розробкою системи інформації та керування був зроблений аналіз наявних у розпорядженні американських, японських і європейських систем інформації в автомобільній промисловості. На підставі цих спостережень з'явилася можливість здійснити всі сучасні способи планування матеріальних потоків. Сюди належать послідовне планування виробництва, потокове виготовлення однієї частини планування прогресивних чисел, а також спосіб планування підвісних картотек «КАНБАН». Система інформації й керування з'єднує автомобілебудівний завод як на горизонтальному рівні, так і увесь концерн у вертикальній ієрархії.

З розвитком системи прагнули досягти часткових цілей. З одного боку, необхідно було вдосконалити готовність поставки, а також структуру і підготовку даних, з іншого боку, на передній план необхідно було поставити визначення доцільних величин партій для закупівлі й виготовлення. Швидкий розподіл інформації, що стосується матеріальних потоків, а також можливість швидкого реагування, теж взаємозалежні від введення системи. Зниження величини вкладення капіталу, скорочення часу проходження замовлень і поліпшення опису виробу також є важливими частковими цілями. Велика кількість заходів, що супроводжують впровадження системи керування й інформації, взаємно впливають і залежать один від одного. Сюди належить основа центрального банку даних з онлайн-зв'язками з постачальниками і стратегічним пунктом на заводі, а також ступеневий щоденний розрахунок потреби й планування замовлень із обліком актуальних крайових умов. Реєстрація даних на місці, швидка передача даних і онлайн-екранний термінал є важливими компонентами системи інформації. Поряд із цим була поліпшена прозорість матеріальної та інформаційної системи. Ці заходи доповнюються за рахунок поточної інформації про наявність, онлайн-управління розміщення, а також поліпшеною точністю прогнозування.

Система матеріальних потоків. Успішне впровадження інтегрованих систем керування й інформації утворюють у поєднанні з оптимальним плануванням виробничих програм основу для стратегії логістики за принципом «Точно за графіком» (Just-in-Time). Зрозуміло, що специфічні крайові умови конструктивної деталі не завжди дозволяють зробити поставку за принципом «Точно за графіком». Постачання заводу малими деталями (гвинти й т.п.) відбувається не за принципом «Точно за графіком», а звичайним способом за розмірами партій відповідно до умов виробництва і складання.

У цьому випадку розрізняють три принципових варіанти постачання:

- звичайне постачання;
- управління системами матеріальних потоків;
- принцип «Точно за графіком».

Звичайне постачання запускається на підставі відкликання товару з технологічного процесу виготовлення на внутрішньозаводському складі. Через систему інформації та керування окремим постачальникам відправляється інформація про необхідну величину замовлення. Вони поставляють товар у регіональне транспортно-експедиційне агентство, що на підставі своєї багатосторонньої логістичної діяльності бере на себе роль підприємства з надання логістичних послуг.

Після попереднього сортування й контролю товару транспортно-експедиційне агентство здійснює зведену поставку виробникові автомобілів. Поставлені товари реєструються онлайн і зберігаються на складі до подальшого використання (рис. 4.35).

Більш точний варіант постачання, що підлягає плануванню, являє собою мікрокерування потоками матеріалу. Для вузлів або елементів конструкції автомобіля, що систематизуються за необхідними величинами партій від одного до декількох разів на день, наприклад, амортизаторів, цей принцип пропонується при відповідних граничних умовах. Зрозуміло, що значно знижуються запаси при підвищених і більш точних витратах на одержання інформації.

Керування матеріальним потоком в описаній філії здійснюється через *близьку від одержувача й дальню від одержувача функцію збирання й накопичення*.

У варіанті *далеких від одержувача функцій збирання й накопичення* постачальники через дистанційну передачу даних отримують один раз на день точну денну потребу товарів автомобілебудівного заводу, і всі ці товари виробляються за два дні до складання конструктивних елементів.

Як приклад цей варіант буде описаний з посиланням на амортизатори, попередній монтаж яких відбувається на відстані близько 600 км від автомобілебудівного заводу.

Після виготовлення амортизатори відправляють до регіонального підприємства з надання логістичних послуг, і вони залишаються там для проміжного зберігання. Це підприємство отримує з автомобілебудівного заводу 1–3 рази на день інформацію про точну потребу в амортизаторах, а також про послідовність їх складання на заводі. Підприємство з надання логістичних послуг складає амортизатори відповідно до послідовності в спеціальні контейнери й доставляє їх у приймальний пункт виготовлення (рис. 4.36).

Постачання регіональним транспортним агентством відбувається точно за годинами і так, що автомобільному заводу перебуває максимум десять відсотків денної потреби в амортизаторах.

У системі мікрокерування потоками матеріалу з варіантом *близької до одержувача функції збирання й накопичення* не передбачено жодного

проміжного зберігання в регіональному транспортному агентстві, а лише в опорному пункті постачальника підприємства з надання логістичних послуг поблизу від філії виробника автомобілів. У цей пункт направляють кілька разів на день замовлення на доставлення товарів. Наступна відмінність цього варіанта полягає в тому, що підприємство з надання логістичних послуг може транспортувати матеріал безпосередньо на ділянку виготовлення.

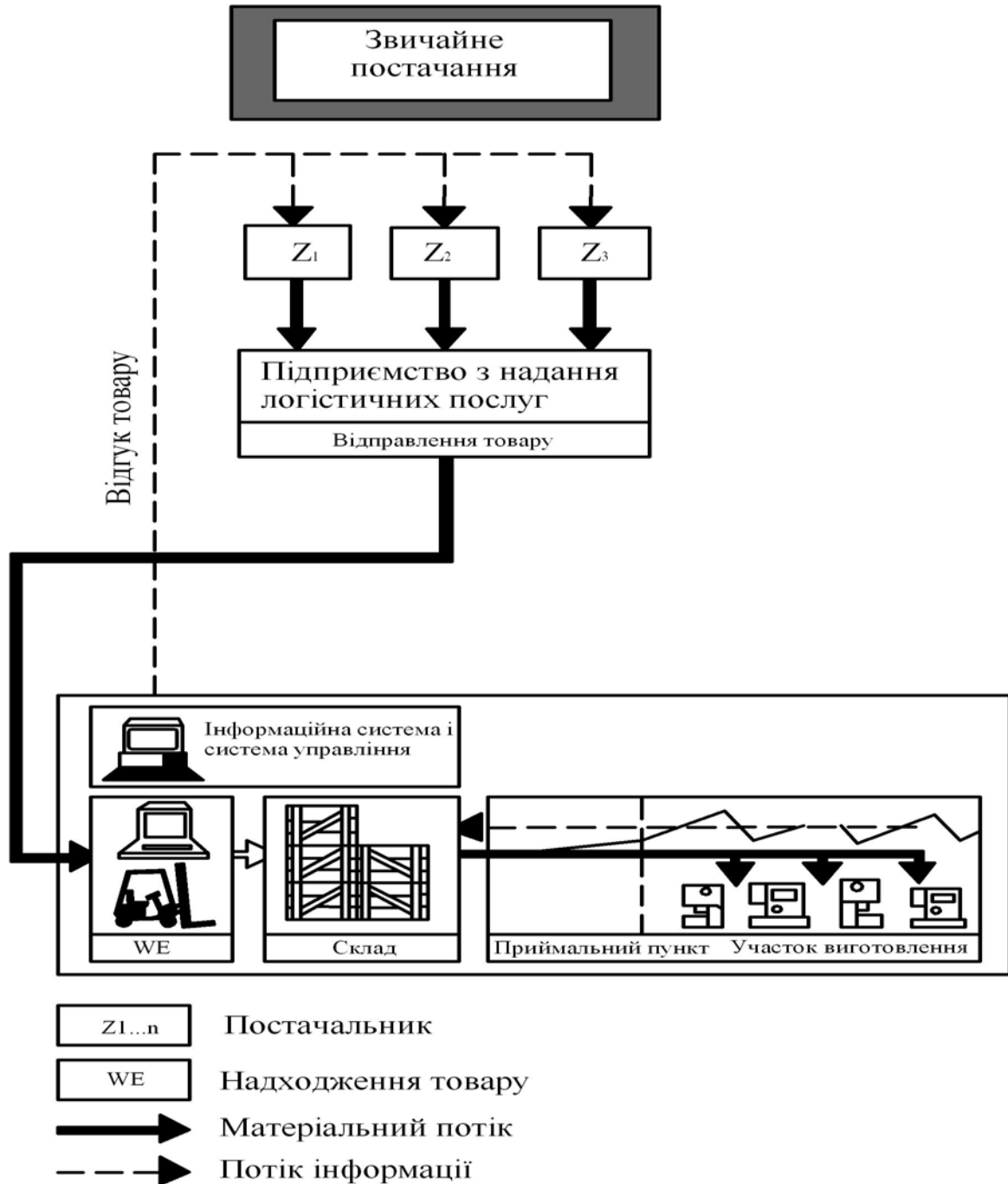


Рис. 4.35. Звичайне постачання матеріалів на підставі відкликання товарів з технологічного процесу виготовлення

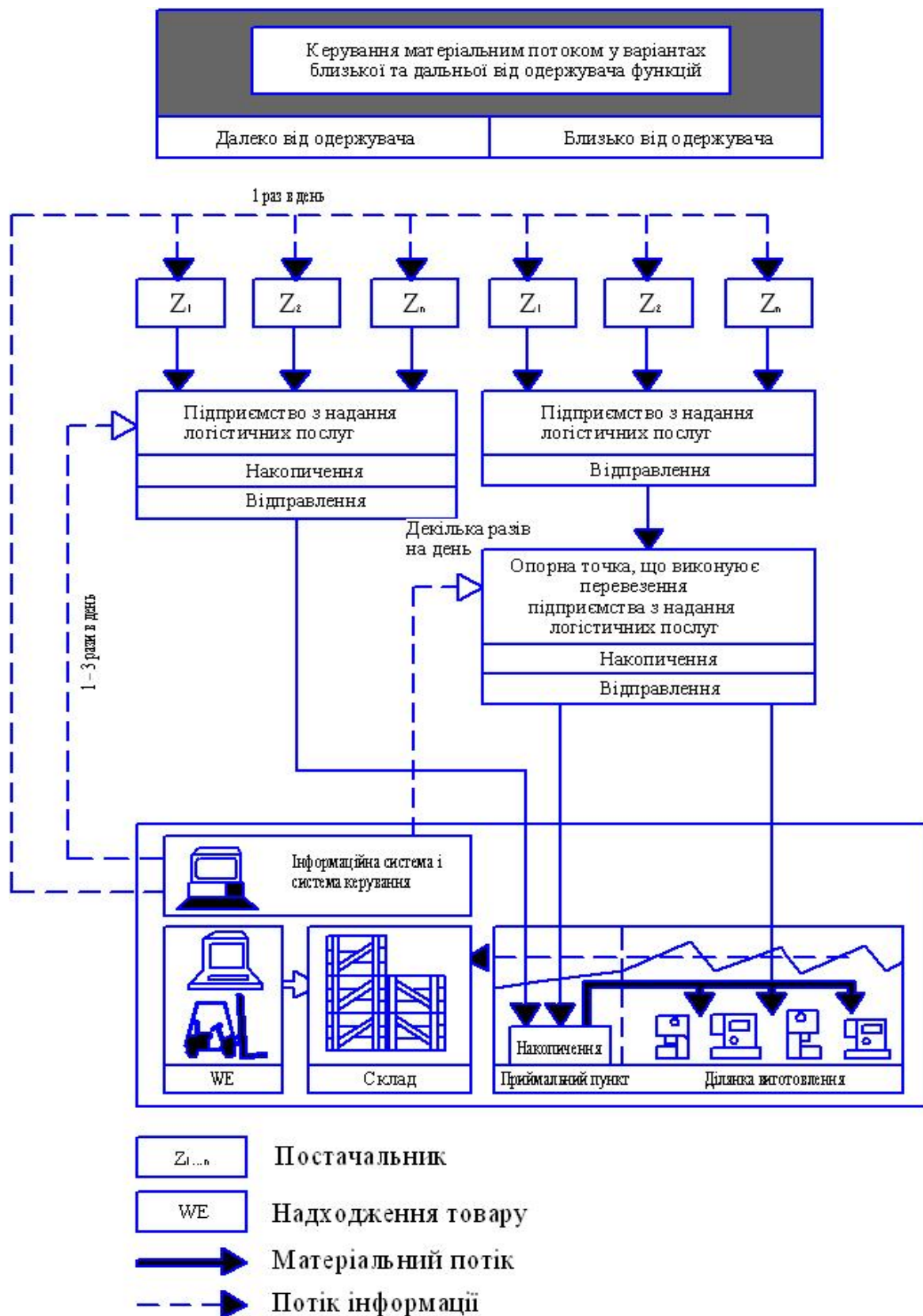


Рис. 4.36. Керування матеріальним потоком у варіантах близької до одержувача й далекої від одержувача функцій збирання й накопичення

Принцип «Точно за графіком» (Just-in-Time (JIT)) передбачає синхронне з виробництвом придбання компонентів без проміжного зберігання на складі, отже, пряме постачання на ділянку виготовлення. До умов впровадження принципу «Точно за графіком» належить вибір придатних для цього принципу груп конструктивних вузлів, точне планування всіх процесів, висока якість виробів, а також високий рівень кваліфікації співробітників. Від виробництва потрібне підтримання стабільного процесу, а також забезпечення достатнього проміжку часу між визначенням і задоволенням потреби.

Автомобільний завод, що протягом тривалого часу прагне здійснити відносно рівноцінний поділ на три частини варіантів постачання, а саме: звичайне постачання, керування системою матеріальних потоків і принцип «Точно за графіком», розрізняє у відношенні «Точно за графіком» три програми (рис. 4.37):

- поблочна поставка;
- поставка відповідно до послідовності, з далекої від одержувача ділянки виготовлення;
- поставка відповідно до послідовності, з близької від одержувача ділянки виготовлення.

При поставці поблоково відбувається кілька разів на день замовлення, що впливає на керування розташуванням і виготовленням у постачальника, який транспортує заздалегідь змонтовані конструктивні групи після короткочасного зберігання на власному підприємстві безпосередньо на виробничу ділянку. Ця поставка, що покриває потребу в цих часткових компонентах на кілька годин, відбувається відповідно до блокового принципу. Сортування деталей не проводиться або не передбачене.

Другий варіант принципу «Точно за графіком» включає *поставку відповідно до послідовності з далекої від одержувача ділянки виготовлення* автомобільних деталей. Постачальник, що одержує щонайменше один раз на день інформацію про точну потребу, поставляє конструктивні групи з урахуванням великої просторової відстані до автомобільного заводу на опорний пункт поставки, що перебуває недалеко від заводу, підприємство з надання логістичних послуг. Тут деталі залишають на проміжне зберігання й після отримання замовлень, що надходять часто щогодини, комплектуються. Процес комісіонування передбачає відповідну послідовність сортування, тобто точне сортування деталей залежно від послідовності їх складання на підприємстві з надання логістичних послуг. Це підприємство транспортує відсортовані товари зі свого опорного пункту, минаючи приймальну ділянку, безпосередньо на ділянку виготовлення.

Поставка відповідно до послідовності й поставка з далекої від одержувача ділянки виготовлення – це ключові слова третього варіанта принципу «Точно за графіком». Ця альтернатива практикується, зокрема, для складання корпусу транспортного засобу.

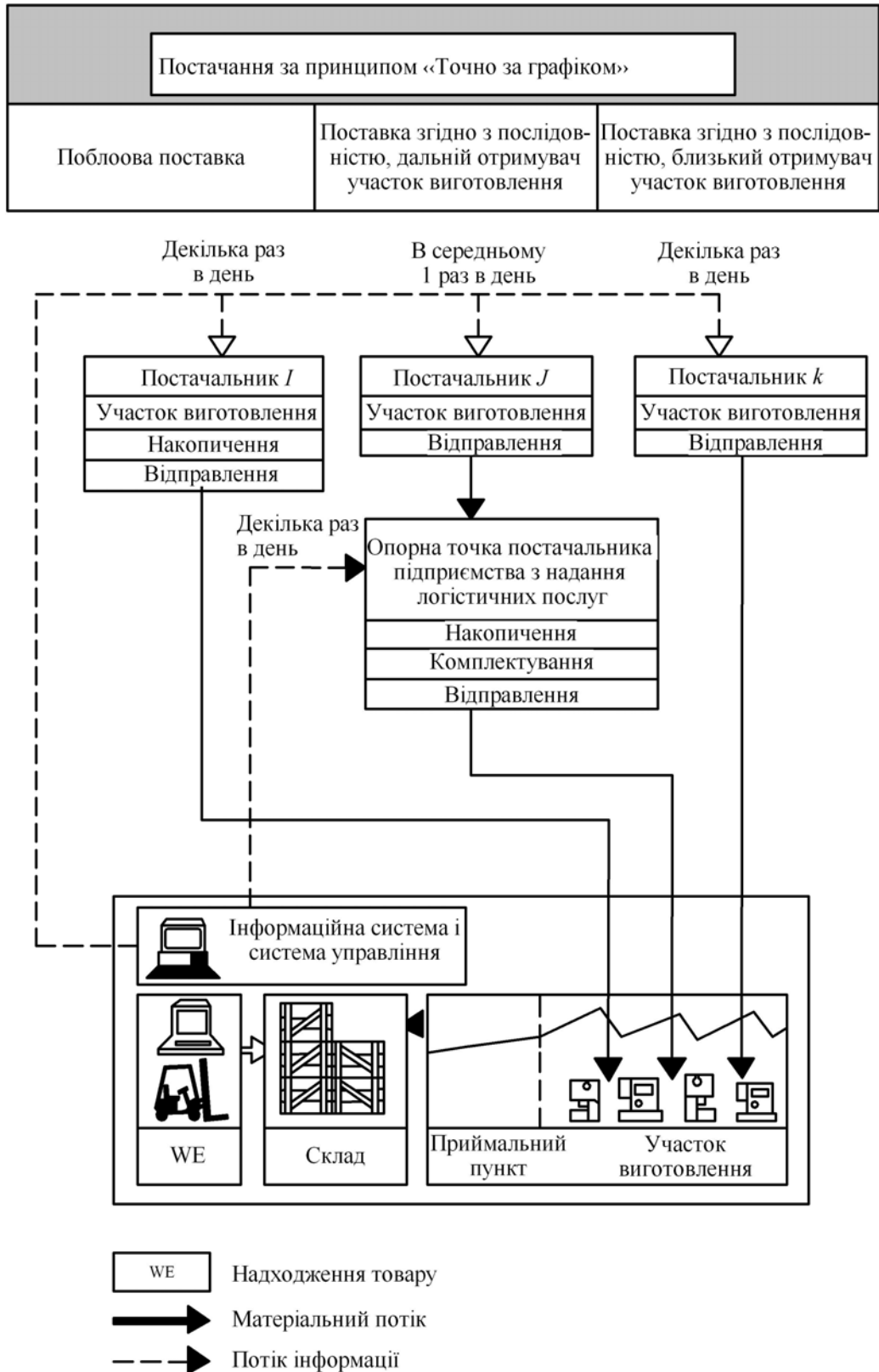


Рис. 4.37. Постачання за принципом «Точно за графіком» з варіантами поставки блоково, а також варіанти близької від виготовлювача й далекої від виготовлювача поставки

Постачальник сидінь автомобіля, розташований на відстані близько 30 км від автозаводу, постачає майже всі групи сидінь для заводу. У момент часу, на який відома точна послідовність складання автомобіля, включаючи всі параметри устаткування (спеціальні побажання), постачальника інформують он-лайн про остаточний склад замовлення. Це саме той випадок, коли лаковані кузови з багатоярусного складу, що служить як проміжне сховище, надходять на складальну лінію. Тепер у постачальника є в розпорядженні приблизно п'ять годин, щоб поставити сидіння відповідно до вимог замовлення. Щоразу збирають 18 гарнітурів сидінь для навантаження на вантажний автомобіль, при цьому елементи сидінь підвішуються у відповідних контейнерах для транспортування.

Через кожні 45 хвилин на автомобільний завод надходять замовлені сидіння. При цьому розвантаження вантажних автомобілів проводиться повністю автоматично й одночасно вони знову завантажуються порожніми контейнерами для транспортування. Гарнітури сидінь за допомогою автоматично керованих транспортних засобів подаються безпосередньо на складальну лінію на місце споживання. Використовуючи цей варіант, можна виключити склади для готових виробів і склади для груп конструктивних вузлів, а також вкладення капіталу, що виникають в результаті цього як в одержувача, так і в постачальника. За рахунок логістики постачання як важливої функції підприємства автомобільний завод показав значення сучасної стратегії логістики й отриманих результатів.

4.2.3. Виробнича логістика на прикладі авіаційної збутової компанії

Посилення конкуренції з-за кордону в секторі приватної та спортивної авіації в останні два десятиліття привело до фундаментальних змін виробничого спектра компаній в авіаційній промисловості. Було налагоджено виробництво невеликих літаків. Спираючись на отриманий досвід у переробці пластмас, поступово з'явилися три основні гілки продуктів. Сьогодні 80 % продажу припадає на деталі інтер'єру – панельну обшивку та труби кондиціонування – найважливішу продуктову лінійку для спільного європейського виробництва *Airbus*. По-друге, вже 15 % ринку зайняла постійно зростаюча переробка пластмас для автомобільної промисловості, де вони використовуються у приладових панелях, рукавичних ящиках та тунелях над карданним валом. Третя і найновіша галузь виробництва – виробництво функціональних деталей з волокнистих композитів, що досягла частки близько 5 % тільки на початку свого розвитку [1].

З точки зору логістики, ці три групи продуктів мають абсолютно різні вимоги до корпоративного управління, яке підтримується компанією з багаторівневою логістикою з 1983 року. Частини інтер'єру *Airbus* є типовим

малосерійним виробництвом, що становить близько 1600 одиниць продукції для приблизно 100 літаків на рік, у той час як виробництво частин обладнання для автомобільної промисловості у кількості приблизно 600 одиниць на день є класичним прикладом масового виробництва. Функціональні деталі, виготовлені з волокнистих композитів, сьогодні виробляються у міні-серіях.

Ступенева логістична система дозволяє використовувати просторове та організаційне розділення виробничих площ, у якому велика увага приділяється встановленню будь-яких спільних рис, особливо в керуванні даними і системі керування. Була зроблена спроба значною мірою автоматизувати систему як дрібно-, так і крупносерійного виробництва.

В цьому контексті описана і представлена концепція логістичних та матеріальних потоків для дрібносерійного виробництва внутрішніх деталей *Airbus*. Це свідчить, що автоматична подача матеріалу навіть у невеликих кількостях може бути корисною та економічно доцільною.

Мета і філософія. Загальною метою всієї компанії є рівномірне використання всіх виробничих потужностей відповідно до специфікації, можливість диверсифікації кожного окремого виробництва, щоб не бути занадто залежними від регіонального продукту *Airbus*. Тому виробництво компонентів *Airbus* децентралізовано розміщено на декількох виробництвах. Тільки збірка здійснюється централізовано. Мета полягає в тому, щоб мати можливість швидко і гнучко реагувати на вимоги замовника для даної роботи. Цього намагаються досягти шляхом поділу напівфабрикатів частин заводського виготовлення, які можна зібрати та запасти, і частин, що виготовлені на замовлення і варіюються залежно від нього.

Важливими внутрішніми цілями компанії є повністю автоматичний, керований комп'ютером потік матеріалу і всеосяжний, ієрархічно ґрадуваний потік інформації. Це дозволяє обмежувати фактичну діяльність робітників. Транспортні, ідентифікаційні, маркувальні та пошукові операції виключаються. Головне значення філософії полягає в тому, щоб виправдати кожну автоматизацію, в результаті чого більшість робочих операцій виконується вручну як результат великого асортименту та малої кількості частин. Проте потік матеріалу повністю автоматизований згідно з принципом *підвезення товару до людини*.

Система автоматизованого потоку матеріалу для компонентів *Airbus* дозволяє виготовляти 95 % всього спектра частин. Інші 5 % отримують окремо, у так званому другому циклі, який відповідає оригінальній ручній системі виготовлення. Ця розбивка заснована на ідеї, що включення певних частин в автоматичні системи призведе до непропорційного збільшення їх вартості.

Системи інформації та керування. Верхнім рівнем у загальній комп'ютерній системі є планування виробництва і комп'ютерного керування

за кілька тижнів до виконання планування замовлення (рис. 4.38). Він з'єднаний з комп'ютерною системою на місцях установки за допомогою дистанційної передачі даних. Його партнером по обміну даними на заводі є система реалізації (еквівалент головного комп'ютера для виробництва і матеріальних потоків; для прикладу використовуються внутрішні терміни компанії), яка ініціює створення заготовок, їх розміщення в замовленні і передачу системі обробки матеріалів (на рівні системи).

Система реалізації оптимально розділяє індивідуальні замовлення за засобами виробництва, об'єднує різні замовлення, виконує координацію замовлень за часом та забезпечує своєчасну доставку матеріалів і засобів виробництва.

За чотири дні до запуску план передається до центру ручного керування, протягом одного дня він регулюється і коректується, перенаправляються потоки матеріалів (на рівні процесу). Основним завданням є надання запитів замовлень на переміщення і керування потоком матеріалів. Через те що одиниці вантажу, що перевозяться, можуть проходити різними маршрутами потоку матеріалів, кожна одиниця повинна керуватися окремо. Таким чином, система потоку матеріалів у будь-який час створює поточне відображення всіх одиниць вантажу, що перевозяться на заводі. Для цього їй потрібен зворотний зв'язок із підпорядкованими програмованими логічними контролерами, які є стаціонарними на окремих технологічних лініях. Інформація про поточний стан одиниць вантажу буде отримуватися з точок зчитування, що знаходяться в стратегічно важливих місцях, наприклад, перед розгалуженнями. Система керує інформацією, пересилає її та контролює локальні транспортні операції.

Система матеріального потоку. Система матеріального потоку має завдання узгодити замовлення заготовок і відповідних інструментів та своєчасно надавати їх на різні робочі місця (рис. 4.39). Як навантаження використовуються спеціальні піддони, на яких кріпляться форми для створення пластикових деталей і вставляються заготовки на листах.

Є два різні потоки матеріалів: до сировини та до інструментів. Від місця зберігання матеріалу (склад карусельного типу і стелаж) необхідні сировина і напівфабрикати мають бути доставлені на листах до опорного пункту за чотири дні. Листи кодуються, розміщуються на причепах і транспортуються трактором у сусідній зал. Вони вставляються в спеціальні піддони, на яких уже були заздалегідь оброблені (очищені і заґрунтовані) відповідні інструменти.

Ці спеціальні піддони зазвичай зберігаються у блоці зберігання. В міру необхідності вони будуть передані з блока зберігання та пошуку і розміщені на безперервній конвеєрній системі, що проходить через все виробництво. Вона розділена на основну і шість відвідних ліній, по обидва боки від яких розташовані робочі місця.



Рис. 4.38. Комп'ютерна ієрархія системи матеріально-технічного забезпечення

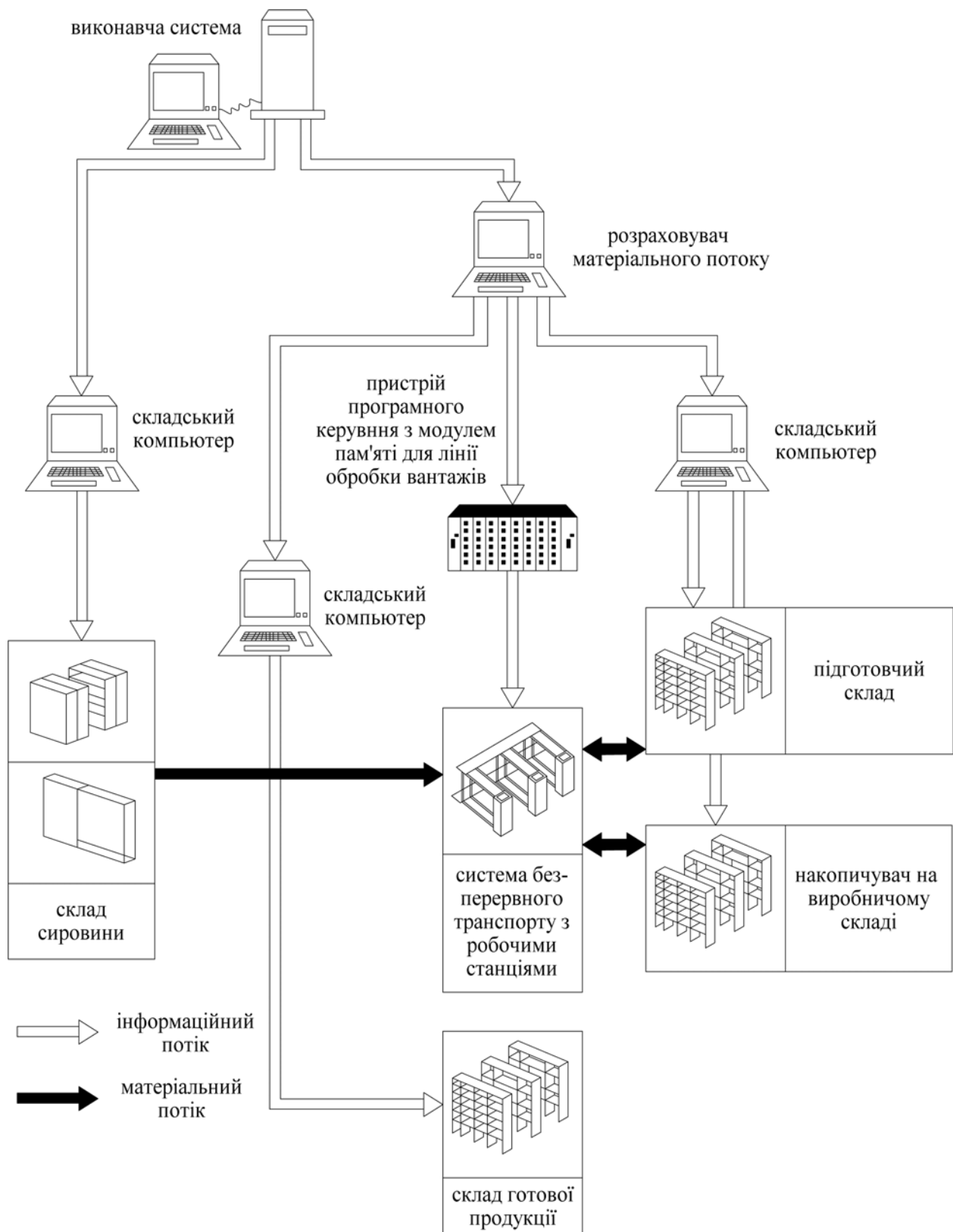


Рис. 4.39. Система матеріальних потоків і керування для виробництва матеріалів для внутрішнього оздоблення будівель

Транспортування здійснюється за допомогою ланцюгових конвеєрів на двох різних рівнях, на нижньому з яких знаходиться конвеєр подачі і транспортування до робочих місць. На верхньому рівні розташовані лінії відведення. Таким чином, гарантується оптимальне використання, незалежно від системи доставки і затримок, пов'язаних зі зміною роботи служб.

Спеціальні піддони транспортуються на основному маршруті до відповідних відвідних ліній і через ліфт – у буфер над ними. Після того як працівник на робочому місці завершує роботу зі спеціальним піддоном, він повідомляє про це, натиснувши на кнопку комп'ютера на своєму робочому місці, що приводить до видалення і подальшого транспортування піддона. Ще одне натискання кнопки ініціює подачу нового піддона з буфера. Перед гілкою до ліній піддони проходять точки зчитування, в яких вони ідентифікуються. У стаціонарного комп'ютера, що керує потоком матеріалів, запитується рішення щодо подальшого транспортування.

Після об'єднання двох потоків матеріалу (сировини на листах та інструментів на спеціальних піддонах) піддони транспортуються основним маршрутом до під'їзної гілки, до робочих станцій для формування деталей. Далі вони відправляються основним маршрутом до печі, де перебувають до затвердіння.

Після затвердіння піддони транспортуються назад на гілку для витягнення деталей з форми. Там листи будуть видалені. Якщо є інший напрямок циркуляції піддонів, забезпечених інструментами, інструменти знову очищуються і проходять попередню обробку, а піддони знов доставляються. Якщо не планується подальше використання, вони будуть повернені на пристрій зберігання.

Перед тим як покинути безперервну конвеєрну систему, витягнуті з форм частини маркуються етикетками, на яких у вигляді штрих-коду і цифрового коду друкуються дані, такі як номер деталі і номер замовлення. Потім вони перевозяться електричним автомобілем у проміжне сховище в сусідньому залі, де зберігаються до подальшої обробки. Після обробки готові деталі транспортуються для зберігання на складальний завод у склад готової продукції.

Наведена система свідчить, що високий ступінь автоматизації виробничого контролю та матеріальних потоків може бути можливим і економічно доцільним навіть для дрібносерійного виробництва. Цікавою є, насамперед, інтеграція ручної роботи в повністю автоматизовану систему, що знижує побічну діяльність працівників (транспортування, розпізнавання, пошук). Провідним є також рішення призначати для двох різних форм виробництва – масового виробництва автомобільних деталей і дрібносерійного виробництва внутрішнього обладнання літака – різні, оптимально адаптовані логістичні концепції.

4.2.4. Виробнича логістика на прикладі компанії електротехнічної промисловості

З огляду на той факт, що відповідь на виклики сучасного ринку може бути надана лише виробничими об'єктами з безперервною, автоматизованою та гнучкою структурою організації виробництва, інформаційного потоку і потоку матеріалів, велика компанія в електротехнічній промисловості вирішила створити новий завод на місці вже існуючого виробництва.

В центрі уваги проекту були питання організації транспортування і виробництва з метою досягнення орієнтованої на ринок гнучкості в поєднанні з високою віддачею від виробництва. 85 % обороту становлять лазерні принтери і 15 % – магнітофони. Обидва продукти на виробництві з низьким рівнем гучності виробляються в обсязі 2300 і 2000 одиниць на рік [6].

Мета і філософія. Загальною метою компанії є гнучкість, швидкий відгук на потреби клієнтів і їх бажання щодо обсягу партії приладів [1]. Найважливішими умовами для виконання цієї мети є значно знижений час циклу замовлення і гарантована наявність усіх необхідних елементів.

Ще одним ключовим завданням компанії є послідовно автоматизовані потоки інформації і матеріалів з єдиним комплексним комп'ютерним керуванням. Це ґрунтується на тому, що запасні частини від постачальників зі складів можуть бути доставлені до місця використання без ручного втручання. Відповідно при складальних операціях слід уникати принципів «*товари до людини*», «*людина до товарів*» або «*розрахунок кількості деталей до робочого місця*».

Іншою важливою метою є спроба скоротити асортимент і, таким чином, зменшити запаси та пов'язані з ними капіталовкладення. Метою є заміна запасів на інформацію [5]. Максимальна автоматизація застосовується тільки там, де вона є більш економічною, ніж виконання операцій вручну. Це видно з прикладу виготовлення друкованих плат для комп'ютерів, у той час як велика побутова техніка збирається вручну. Мета тут полягає, насамперед, в автоматизації керування виробництвом, інформаційними потоками та поставками матеріалів, так що робітники, що виконують складання, змогли б сконцентруватися на своїй роботі.

Сьогодні автоматична система введена в експлуатацію і використовується при виробництві приблизно 80–85 % компонентів і власних виробничих частин. Приблизно 15–20 % деталей тільки частково виробляються за допомогою автоматизованої системи і, як раніше, пропускаються через ручне складання, оскільки частота їх використання дуже низька, і тому автоматизація була б дорогою. Тут в основі економічна ефективність [6].

Системи інформації та керування. Різні інформаційні системи формують загальну систему інформації та керування на рівні мейнфреймів (сис-

темний рівень) і транспортно-складського комп'ютера на рівні комп'ютерів (рис. 4.40).

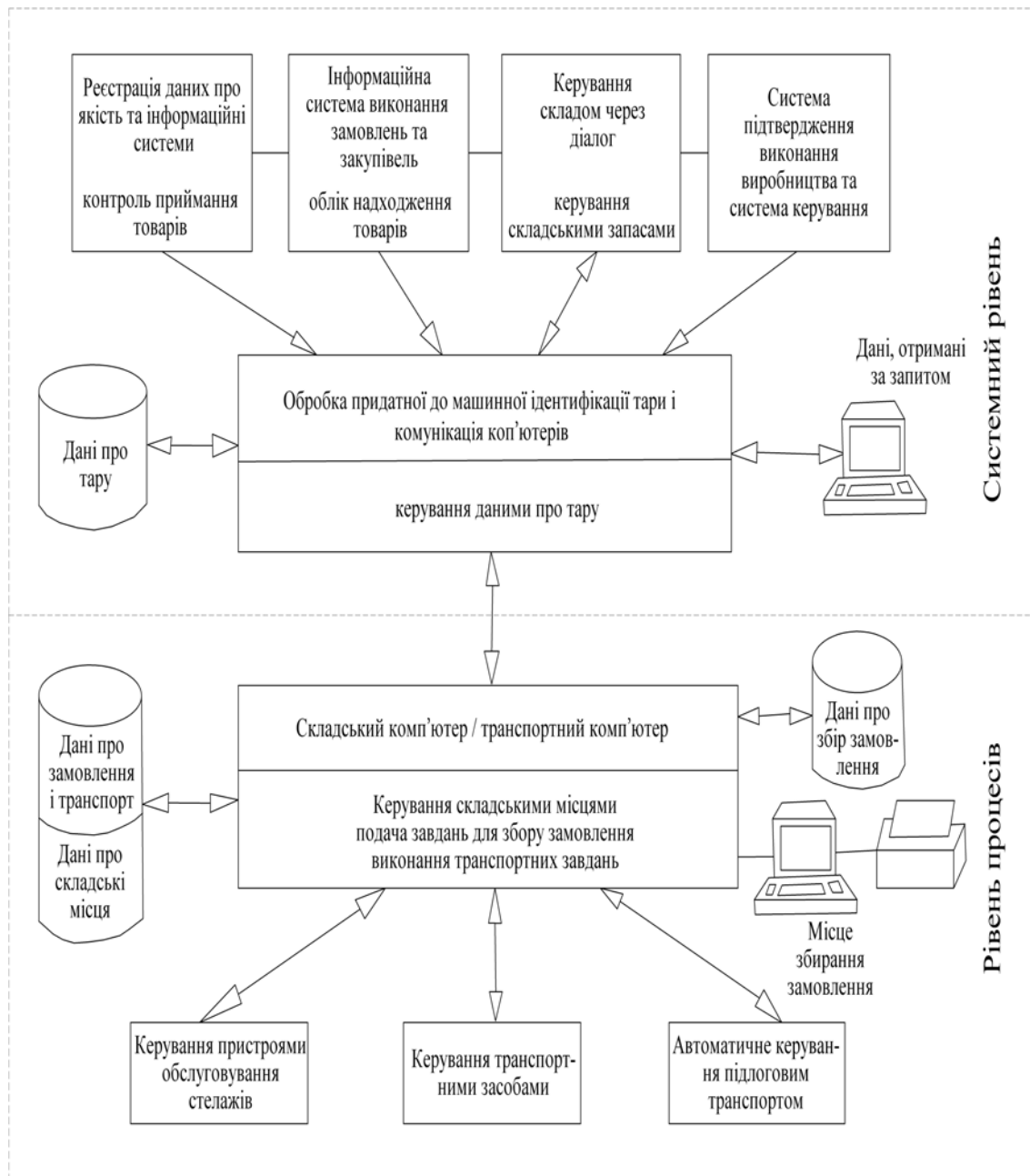


Рис. 4.40. Ієрархія комп'ютерів логістичної системи

Системи інформації та керування є різними функціональними зонами, що виконують завдання, пов'язані з надходженням товарів, керуванням складом, плануванням і виробництвом окремо. Вони були виконані в операційній системі і мають високий ступінь інтеграції внаслідок взаємозалежності функціональних областей.

Важливою частиною інформаційної системи є так звана обробка замовлень та інвентаризація, що, виконує прийом товару й отримує результати вхідного контролю товару. Вона має завдання тільки приймати результати вхідного контролю і пересилати його до інших систем.

Системи виробничого зворотного зв'язку і керування виконують завдання планування виробництва і диспетчеризації. Вони обробляють повідомлення про попит від виробництва і здійснюють збір виробничих замовлень, а також забезпечують інтерфейс для діалогового вікна керування складом, для запуску щоденних замовлень заводу в інтерактивному режимі.

Замовлення передаються через інтерфейс даних для обробки машино ідентифікованих контейнерів і комп'ютерного зв'язку на рівні процесу, при якому контролерами є багаторівневі підйомники, безперервний конвеєр і автоматична обробка. Також комп'ютерами керуються файли інших процесів (транспортування і зберігання). Важливим завданням модуля зв'язку між мейнфреймами та рівнем процесу є забезпечення цього інтерфейсу. Через цей інтерфейс даних передаються повідомлення про зміни стану всіх перерахованих вище систем. Таким чином, він виконує роль центрального інформаційного об'єкта в існуючій системі.

Потік матеріалу. Щоб уникнути зайвих операцій складання на складі, було вирішено розміщувати частину матеріалів, що надходять, у структурованих контейнерах різних розмірів, а не складати на робочих місцях. Через те що надалі можуть знадобитися нові структура і порядок у зв'язку з певними часовими і матеріальними потребами, частини не складаються в один контейнер, а розділяються на порції у тимчасовій тарі. Залежно від стратегії, вони можуть бути одно-, дво- або багатоденні, що означає, що частин буде достатньо для виробництва протягом одного, двох або більше днів.

Через дуже різну геометрію деталей та кількість запасних частин використовуються чотири типи контейнерів різних розмірів для досягнення прийнятного ККД для кожного контейнера. Контейнери сконструйовані таким чином, що вони можуть переміщатися між конвеєрами і складською технікою. Для цього сумарний розмір шістнадцяти найменших контейнерів має дорівнювати розміру одного найбільшого контейнера [2].

Три основні типи контейнерів транспортуються по виробництву безперервними конвеєрами від прийому до ділянки складання безпосередньо на монтажному майданчику.

Через час поповнення запасів і резерви, повністю децентралізоване зберігання запасних частин на робочих місцях не має сенсу, адже буфери на них стають занадто великими. Таким чином, доцільно зберігати запасні частини на центральному складі і в обмежених буферах на робочих місцях (рис. 4.41). Зберігання і видача відбуваються на центральному складі, що

складається з двох рівнів, зберігання здійснюється виключно на верхньому рівні. Для цього всі контейнери або лотки проходять точку ідентифікації і, після цього, транспортуються далі за допомогою.

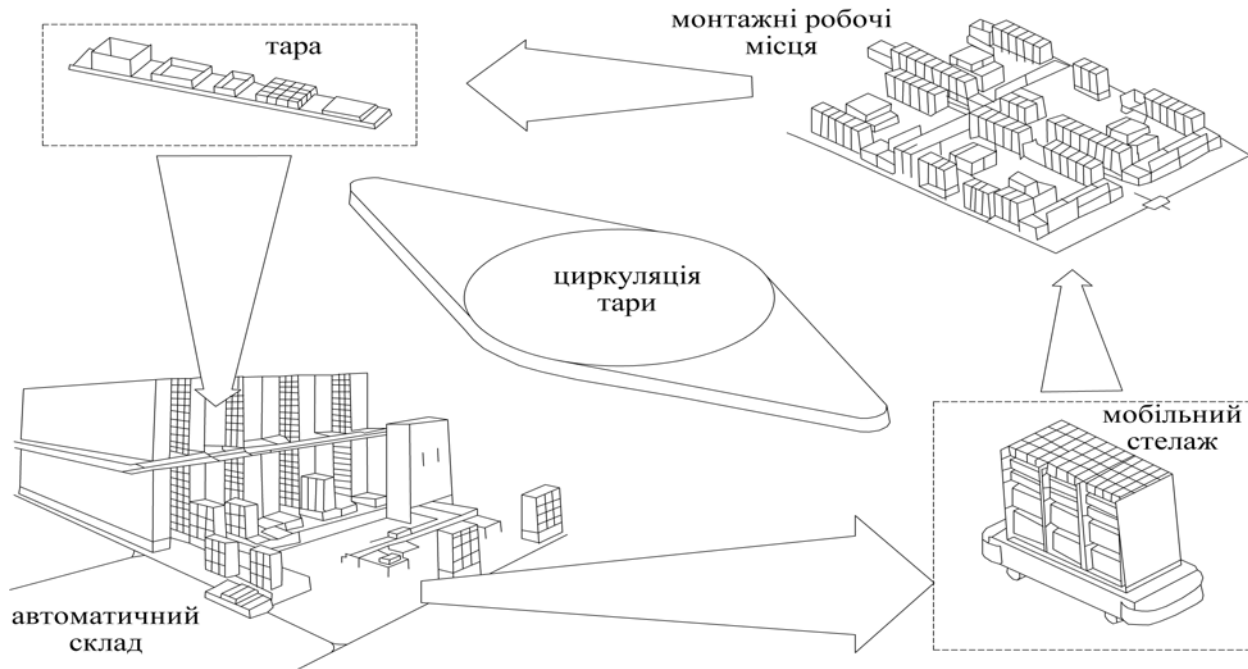


Рис. 4.41. Повністю автоматична система матеріальних потоків для забезпечення монтажу електронних схем

Всі типи контейнерів, у тому числі мікроконтейнери на піддонах, за правилами зберігаються в рамках однієї стрічки. Розташування контейнерів середнього розміру по дві штуки, а найменших контейнерів по шістнадцять штук – чотири завдовжки та чотири завширшки – відкриває можливості розміщення у всіх трьох вимірах. Це дозволяє разом зберігати контейнери різних розмірів, найбільший з яких у п'ятдесят разів перевищує за обсягом найменший.

В існуючих установках контейнери і лотки беруться з полиць і за допомогою кранів-штабелерів транспортуються в зону попереднього зберігання. Там елементи виймаються з контейнерів або лотоків. Після завершення процесу виймання контейнери або лотки з рештою невеликих контейнерів повертаються назад на зберігання. Це призвело до значних витрат зусиль персоналу і зайвих операцій.

Щоб обійти ці два недоліки, використовується новий блок керування складом, здатний будь-який, навіть найменший контейнер, класти та забирати зі зберігання в індивідуальному порядку. Цей пристрій було реалізовано шляхом поєднання крана-штабелера з невеликими роботами (див. рис. 4.41).

Встановлення або вилучення контейнера з відсіку для зберігання і встановлення або вилучення одиниці з контейнера виконуються за одну операцію [2; 3; 4]. В рамках однієї операції найменші контейнери можуть бути розміщені у шістнадцяти різних відсіках.

Тільки якщо замовлення оброблене або лотік заповнений, блок керування складом приносить лотік для попереднього зберігання. Таким чином він не тільки замінює персонал, а й зберігає час на операції перенесення.

Полиці і великі одиночні контейнери блок керування складом розміщує на мобільних стелажах, на яких вони транспортуються на складання. Для зберігання і пошуку блока це означає, що класична операція заміни є лише перегрупованням нерухомої частини полиці в стелажах із можливістю вилучення частин із контейнера для зберігання і оброблення. Введення поєднання декількох контейнерів у мобільні стелажі дозволяє здійснювати поставку до понад ста робочих місць без створення перешкод для інших засобів, адже поставка в одному великому контейнері не може бути здійснена з економічної точки зору.

Перевезення між робочими місцями та складом здійснюється автоматичною вантажівкою. Оскільки стелажі не можуть бути затримані під час роботи, адже це призведе до зупинки, вони вилучаються і комплектуються у нічний час. Тому запасних частин має бути замовлено стільки, щоб їх вистачило на дві зміни, що відповідає денному циклу. Оскільки при автоматичному процесі не може бути підраховано, скільки запасних частин все ще знаходиться у відкритих контейнерах, для кожного найменування є два послідовно розташованих контейнери. Це гарантує, що навіть у найгіршому випадку частин буде достатньо для двох змін.

Коли контейнер стає порожнім, він видаляється з робочого стояка. Автоматично доставляється другий контейнер. Порожній контейнер негайно фіксується комп'ютером, який за номером контейнера визначає, частини з яким найменуванням закінчилися і мають бути поповнені вночі. Порожні контейнери перевозяться до центрального пункту складання за допомогою автоматичних машин, що працюють за принципом таксі. Звідти вони рушають по безперервному конвеєру до мийки, а потім – безпосередньо до зони отримання частин або попередню стадію виробництва.

Відповідний модуль мобільного стелажа автоматично забирається з робочого місця в наступну нічну зміну за допомогою автоматичного засобу підлогового транспорту, переміщується в зону попереднього зберігання, заповнюється там і транспортується назад на робоче місце. Вранці він доступний для використання.

Подана система демонструє, що високий ступінь автоматизації виробничого контролю та матеріального потоку може бути реалізований для

дрібносерійного виробництва. Крім того, вона ілюструє, що дорогі і трудомісткі операції з матеріальним потоком, такі як, наприклад, операції складання, можуть бути замінені концепцією безперервного логістичного потоку матеріалів. Це потребує цілісного уявлення про систему, але цього часто не вистачає для розробки технології. Часто організаційні зміни в поєднанні з конкретними діями, пов'язаними з системою, можуть привести до зміни задач і поліпшити доцільність та економічну ефективність.

4.2.5. Розподільна логістика

Близько п'яти років тому в супермаркетах було розпочато логістичне переосмислення. Стало зрозуміло, що різні продукти мають закуповуватися, зберігатися й розповсюджуватися з використанням різних стратегій логістики, тому стали визначати класи продуктів (рис. 4.42). Відповідні логістичні системи називаються системами планування ресурсів підприємства.

Великий клас утворюють так звані елементи складу. Це продукти, що постійно і незмінно, як правило, закуповуються в одного і того самого постачальника. Логістична система враховує замовлення відповідно до системи складу.

Другий, теж дуже великий клас, включає в себе продукти, що закуповуються тільки один раз і замінюються іншими пунктами з наступною купівлею. Вони купуються тільки один раз, і, як правило, підпадають під дію існуючих договорів роздрібною торгівлі. Таким чином, створюється відповідний режим роботи логістичної системи.

Третій великий клас утворюють продукти харчування, які, безсумнівно, також можуть бути віднесені до елементів стеку, але через деякі особливості, такі як велика кількість і вага кожної одиниці товару, швидке псування та надзвичайно короткі строки обороту, була розроблена власна система логістики.

Четвертий великий клас становлять товари великих розмірів, такі як меблі, великі електричні прилади, велосипеди та ін., для зв'язку різноманітних маршрутів доставки яких також була необхідна власна система логістики, яка може включати прямі постачання замовнику або навіть монтаж, наприклад, кухонних меблів або шафи.

Для повноти картини потрібно зазначити, існують менші системи планування ресурсів підприємства і системи керування запасами для коригувальної стратегії, що вже згадувалася, в якій не товари, а конкретне замовлення клієнта є координаційним пунктом.

Матеріально-технічні вимоги до цих класів принципово відрізняються, це привело до того, що компанія розробила логістичні системи, адаптовані до різних завдань. Дві найбільш важливих системи, стек-система і система масового виробництва, будуть розглянуті докладно далі.

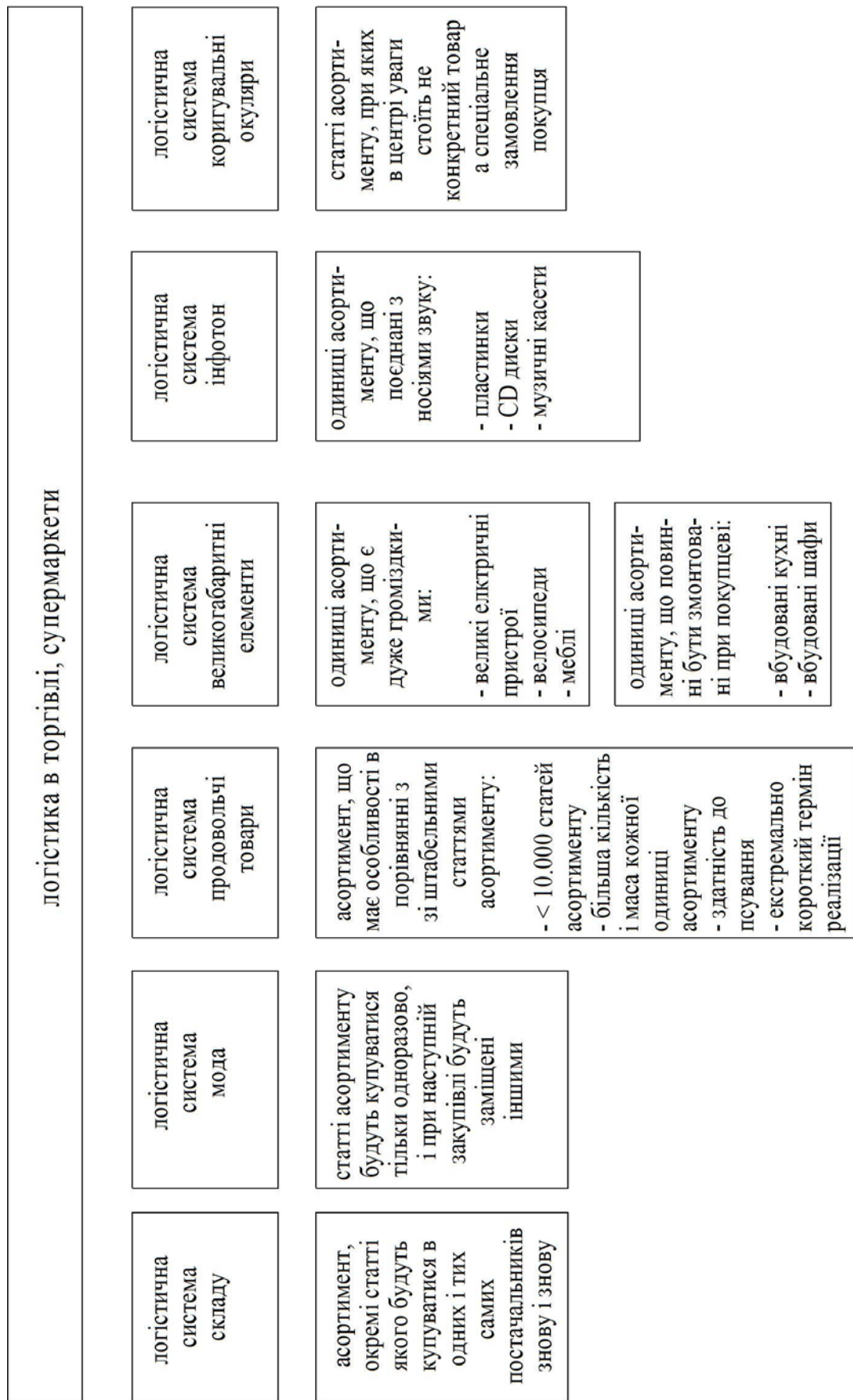


Рис. 4.42. Різні логістичні системи супермаркетів

4.2.6. Логістична система складу

Логістична система складу є центральною ланкою з розподільним центром (70 % складських товарів) і чотирма децентралізованими складами в прилеглому районі (30 % складських товарів). Децентралізовані склади вже належать до підприємств через свою географічну близькість, щоб використовувати існуючі інвестиції більш економно. Центр розподілу товарів є центральним елементом логістичної системи складу, звідки підприємство після первинного техніко-економічного випробування відправляє продукцію до наступних двадцяти відділень. Всі ці відділи загалом продають товари масового виробництва.

Зона зберігання може розглядатися за асортиментом та переговорами щодо ціни, з одного боку, і керування матеріальним потоком, з іншого боку. Тобто, центральний покупець несе відповідальність за асортимент та закупівельну ціну і відповідає за регулярні поставки центру розподілу. Філіали, однак, відповідають за керування матеріальним потоком. Для закупівель та накопичення запасів виробів масового виробництва, пропонується, відповідно, централізований підхід.

Їх розподіл дійсно має децентралізований характер, ініційований філіалами, а проте, координується й оптимізується централізовано. Вироблені товари, як правило, зберігаються на центральному складі, покупці замовляють певну мінімальну кількість одиниць цих товарів в одного й того ж постачальника, але є можливість замовити подібні товари в іншого постачальника.

Мета та філософія. Основною метою компанії було одночасне виконання двох суперечливих вимог: дотримання високого рівня сервісу при низькому рівні виробничих запасів. Виходячи з цього була поставлена мета не забезпечувати кожний окремих філіал запасом певних товарів, а відповідно збільшити центральний резерв для зберігання, який при цьому не буде переповнений великою кількістю індивідуальних гарантійних запасів. Попередньою умовою є всебічна інформаційно-технічна інтеграція філіалів та центрального складу, так само як і дотримання коротких термінів доставки. Час доставки був визначений інтервалом 40 годин, це означає, що коли ввечері одного дня буде виконане замовлення до закриття магазину, товар має бути доставлений на ранок наступного дня.

Філіали повинні приймати товари тільки з одного місця – центру розподілу товарів, а не від численних постачальників. Постачальники, в свою чергу, також не забезпечують лише одну точку, але не більше 161 торговельної філії. Ця чітка структура і пов'язане з нею об'єднання матеріальних потоків повинно скоротити витрати, також всі частини від усіх виробників розподілятимуться в майбутньому через центр розподілу. Економія має бути досягнута завдяки тому, що в майбутньому товари будуть транспортуватися,

порівняно з попередніми варіантами поставки, децентралізовано, у відносно великих кількостях, а кількість партій може бути знижена приблизно на 95 %. Проте це вимагає складного просторового розташування.

Економічність має відігравати у формуванні розподільного центру абсолютно першорядну роль, тому інформаційні і матеріальні потоки повинні бути тільки там механізовані й автоматизовані, де реальна економія є можливою. Через дуже великий асортимент продукції з відносно низькою частотою доступу до товарів, які з'явилися сьогодні, не є корисною повна автоматизація складальних процесів на складі. Проте в майбутньому складання, заплановано інтегрувати через інфрачервону передачу даних і розширити до систем автоматичного керування складом.

Користь автоматизації транспортування виправдовує себе через великі відстані, починаючи від надходження товару на зберігання, від зберігання до відвантаження. Таким чином було зведено до мінімуму вантажно-розвантажувальні роботи та вплив на вже скомпоновані вантажні одиниці. Це обумовлено до вимоги комісіювати і зберігати пов'язані з філіалами товари разом і потім не змінювати комплектацію.

Система керування та інформаційна система. Найвищим рівнем у загальній комп'ютерній системі є хост-комп'ютер у головному управлінні компанії, який миттєво дублює дані замовлення, що надходять з філіалів, переважно за допомогою комутаційних систем (модемів) і телефонів, і незабаром з'єднується з комп'ютерами в філіалах через лінії передачі даних. У філіалах пристрої збирання даних типу Mobida (термінали збирання даних) сумісні один з одним і дозволяють перевірити, чи були дані повністю переданими. Крім того, вони дозволяють уникнути ризику подвійної передачі.

Хост-комп'ютер централізовано керує підпорядкованими комп'ютерами цього процесу в центрі розподілу і децентралізованими складами як мережний комп'ютер. Він приймає замовлення від філіалів, керує ними і здійснює управління і контроль обсягами. Він забезпечує підключення до бухгалтерського обліку і передає замовлення на спеціалізовану електронну обчислювальну машину.

Спеціалізована електронна обчислювальна машина працює на суто внутрішній основі. Ви вводите дані надходження матеріалу, закладаєте стратегію керування для оптимізації маршруту, керуєте закладками зберігання, оновленням запасів, заповнюєте порожні складальні станції, роздруковуєте накладні і повідомляєте про будь-яку доставку хост-комп'ютеру.

Система матеріального потоку. Головний розподільний центр являє собою споруду площею 120 000 м² у вигляді трьох ідентичних складів, розділених на шість зон. З одного боку зали знаходяться 10 воріт для

надходження товарів, які також пов'язані з запасним складом. З іншого боку відправної зали, розташованої перпендикулярно перед складом, поруч з навантажувальними платформами для вантажних автомобілів (близько 50 % виходів) є з'єднання з трьома лініями федеральної залізниці. Таким чином, доставлений вантажівкою матеріал проходить (близько 70 % входів) зони зберігання напрямку, в той час як залізнична доставка (близько 30 % входів) зазвичай займає криву *U*-подібної форми. Доставка з дорожніх шляхів до зони зберігання, з залізничних шляхів до зони зберігання та відправка вантажу з зони зберігання буде здійснена за допомогою автоматизованих систем транспортуючих засобів. 60 автоматичних засобів наземного транспорту для одночасної паралельної вантажопідйомності чотирьох транспортних вантажних одиниць у розмірності європіддонів – елементів ланцюгових конвеєрів – рухаються по трасі завдовжки 5000 м протягом 11,5 год/добу. Вони щоденно приймають і передають приблизно 9000 вантажних одиниць із 36 ланцюгових транспортних станцій, що обладнані біля службових в'їздів, рухаються також паралельно головній дорозі у відповідних прискладських зонах.

Розрізняють чотири типи вантажних одиниць для зони зберігання, два типи на базі європіддонів і два – на основі половини бази європіддонів. З ланцюгових транспортних станцій ці вантажні одиниці будуть перевантажені локально діючим зацепом, що обслуговується водієм, і транспортовані до відповідних місць зберігання.

На складі самостійно працює механічно керований навантажувач із ручним керуванням, який використовується для навантаження складського місця та переміщення резервних блоків на складальних станціях. Склад споруджений за принципом роздільних коридорів для завантаження та комплектування товарів. Завантаження здійснюється навантажувачем у коридорах заввишки 8 м. Складання виконується за принципом «Людина та зберігання», шляхом складання легших платформ на двох рівнях, одна над одною.

Деталі будуть доставлені вручну в спеціальному пластиковому контейнері, який зібраний на машині для комплектування. Пластикові контейнери мають модульні формати і комплектуються незалежно від їх форми (завдяки збільшенню щільності), завжди мають площу половини європіддона. Крім того, вони є нарощуваними і, отже, можуть бути встановлені в форми так званих контейнерних веж. Ці контейнерні вежі розміщуються на рамах з чотирма колесами, що дозволяють їм рухатись (рис. 4.43).

Основною ідеєю для створення контейнерного ряду та утворення вежі було формування одиниці для доставки в магазин один раз у головному розподільному центрі у відділі, пов'язаному з уведенням в експлуатацію і налаштуванням контейнерної вежі, яка далі аж до надходження товарів на полицю магазину залишається в магазині як вантажна одиниця і більше не змінюється.



Рис. 4.43. Зразок конструкції контейнерної вежі у заповненому та складеному стані

Для того, щоб зворотне транспортування контейнерів із філіалів у розподільчі центри зробити економічним, всі контейнери й елементи нарощування роблять збірно-розбірними.

У прикладських зонах контейнерні вежі піднімаються підйомними станціями до рівня ланцюгових транспортуючих станцій, з яких передаються на автоматичне оброблення та транспортуються для відправлення. Далі вони проходять через вежі автоматичних станцій для завантаження. Після цього вони будуть транспортним автотранспортом (автомобільним або залізничним) транспортовані та перевантажені. Далі вони розподіляються по всій країні аж до 161 філії. Вантажні одиниці залишаються незмінними аж до місця кінцевого призначення.

4.2.7. Режим логістичної системи

Режим логістичної системи є більш децентралізованим підходом, при якому мають місце в середньому менші накопичення, ніж при оптимальних поставках та розподілі, тому роздрібні торговці часто роблять замовлення вже на один рік уперед згідно з пропозиціями. Таким чином індустрія не

виготовляється на складі, а відповідає кожному окремому замовленню, тому товари, як правило, не є оригінальними.

Замовлений товар повинен бути дуже точно визначеним покупцем за характером, обсягами і способом доставки та надходити безпосередньо в магазин продажу. Завдання центрального покупця тут обмежені спостереженням за ринками в межах країни та за кордоном, розміщенням замовлень у довгостроковій і середньостроковій перспективі. Проте визначення необхідних індивідуальних величин у філіалах та їх ціни близькі до місцевого ринку.

Мета та філософія. Беручи до уваги викладені потреби ринково-орієнтованої структури, регіоналізація торговельних районів у сфері масового виробництва була вимушеною. Таким чином, ціни можна розрахувати рівномірно на регіональному рівні і встановити обсяги потреб у товарах залежно від місця розташування, тобто уможливити баланс у регіоні. Слід уникати співпраці за контрактом одразу з більш ніж 80 філіальними покупцями та покупцями від постачальника. Мета була досягнута з початком так званих регіональних закупівель. Вони призначені для постачання товарів до 20 філіалів, беручи до уваги ринкові можливості і запаси кожного філіалу, та координуються центральним покупцем. Вони також забезпечують потреби невеликих додаткових замовлень протягом сезону з незначних запасів постачальників.

Керівники філії також беруть участь у плануванні реалізації продукції, висловлюють свої побажання і надають пропозиції. Відповідальний за закупівлю товарів безпосередньо від постачальників є також регіональним покупцем. Це відрізняє режим логістичної системи від системи складу, де начальник відділу філіалу і керує замовленнями з центрального складу.

Основним завданням у торгівлі товарами масового виробництва є пропонування товару за привабливою ціною в потрібний час і в потрібній кількості. Таким чином, основною метою логістичної системи у режимі регіональних закупівель є підвищення результативності та ефективності закупівель. На відміну від системи складу попит на мінімізацію витрат займає друге місце [1].

Система керування та інформаційна система. Найвищим рівнем у загальній комп'ютерній системі є хост-комп'ютер у головному управлінні компанії, з'єднаний аналогічно до системи складу з терміналами мережі передачі даних регіональним покупцем. Він забезпечує роботу програм усієї системи. Завдяки цьому термінали можуть отримувати доступ до всіх даних і даних інших регіональних покупців.

Оскільки регіональні покупці не завжди можуть відповідати кожній з двадцяти філій, потрібно, щоб у кожному магазині була повна інформація, для того щоб мати можливість зробити віддалені купівлі. Для цього в

магазинах, де продаються модні товари, популярним є використання даних на цінниках банкоматів, що містять відомості про товари, розміри і кольори, які є в наявності. На цій основі відбувається планування попиту та продаж і оновлення інвентарю для відділів магазинів у деталях, починаючи з розміру і кольору товару.

Особливо в системному режимі буде продовжувати використовувати через надзвичайно короткий час циклу і величезний обсяг регіональних банків почуття правильного вибору продуктів визначальну функцію. Комп'ютерна підтримка скорочених даних щодо заохочення регіональних покупців є в пріоритеті. Це означає що швидко можна визначити тенденцію відповідних товарів і реагувати на товари яких не вистачає. Отже, більше сенсу для модних товарів має інформаційна система замість системи керування, адже фактичний контроль здійснюється регіональними покупцями.

Система матеріального потоку. Основою системи матеріального потоку для товарів моди є три центри розподілу товарів, з яких два завжди забезпечують три регіони, а один – два регіони. Метою було в такий самий спосіб, як це має місце на ділянках пакування, значно знизити загальні витрати на довгі транспортні маршрути до філій, використовуючи споруди для кожного регіону власного центру.

Центри з розподілу товарів не виконують функції створення запасів, а лише – сортування, маркування товарів для розподілу, порівняно з тим, як це має місце на ділянках пакування. Продукція, що прибуває від постачальників, сортується відповідно для філій, забезпечується придатними для машинного зчитування етикетками та якнайшвидше відправляється на склади. Як техніку для транспортування товарів, що транспортуються стоячи, використовують транспортери, зокрема тролейні. Для товарів, що транспортуються лежачи, використовують такі самі допоміжні засоби, як для пакування.

Описана система наочно показує, що для придбання й розподілу різних товарів у супермаркеті більш доцільно використовувати різні системи матеріально-технічного постачання згідно зі специфікою й, таким чином, враховувати існуючі спеціальні вимоги. На рівні матеріального потоку це можна робити, використовуючи залучення компонентів з повністю ручним обслуговуванням, у той час як на рівні інформаційного потоку й на рівні керування немає можливості відмовитися від безперервного взаємозв'язку.

4.2.8. Логістика транспортних послуг

Транспортні підприємства являють собою установи, в яких виконання послуг в області логістики є основною метою підприємства. До них належать зокрема, підприємства з перевантаження, підприємства з перевезення на близьку відстань, залізниці, авіаперевезення вантажів, а також транспортно-

експедиційні агентства. У результаті освоєння нових видів діяльності в області матеріально-технічного постачання, зміни профілю діяльності транспортно-експедиційних агентств і їх перетворення в підприємства з надання послуг в області логістики, буде розглянуто на прикладі нижче.

У цій групі транспортно-експедиційних агентств сьогодні зайнято близько 920 співробітників та експлуатується приблизно 1000 автомобільних вантажних одиниць. В 15 філіях по всій Німеччині в розпорядженні замовників перебуває 120 000 м² площ для складування, з яких 70 000 м² – з покриттям. Якщо розглядати підприємство з погляду логістики, стає очевидним, що профіль послуг цього транспортно-експедиційного агентства також перетворився значною мірою. Із чистого транспортно-експедиційного агентства, що насамперед використовувало свій парк вантажних автомобілів для перевезення вантажів поза підприємством, описане тут транспортно-експедиційне агентство перетворилося в підприємство, орієнтоване на надання послуг в області логістики. Як приклад зміни профілю підприємства тут не буде описуватися процес розвитку перевезення вантажів, а буде звернена увага на розширення спектрів завдань транспортного агентства. При цьому як основу цієї нової, спрямованої на логістику діяльності варто розглядати так звану *систему логістики фірмових товарів і систему комунікації LOG* [1; 2, 3]. Чітке відділення експедиційної області від області транспортування підтверджує і згаданий розвиток (рис. 4.44).

Термін «транспортна логістика» виник майже одночасно зі зміною пропозицій послуг транспортно-експедиційних агентств.

Якщо ще кілька років тому транспортну логістику уявляли як розміщення й оптимальне планування використання наявних у розпорядженні транспортних потужностей (вантажні автомобілі (LKW), залізниця, корабель, літак і та ін.), то сьогодні такий спектр завдань транспортного агентства описує його, як правило, недостатньою мірою. Додаткові завдання, зокрема, перевантаження, складання і зберігання товарів, посередництво в області транспортних доручень, комунікація з кінцевим споживачем, контроль якості, етикетування товарів та інші сервісні послуги підтверджують перетворення транспортного агентства в підприємство з надання послуг в області логістики (рис. 4.44).

Різним проміжним постачальникам автомобільної промисловості сьогодні вже немає необхідності мати власний склад, що підтверджує описаний приклад розвитку підприємства. Ці постачальники поставляють свої продукти безпосередньо на склад регіонального підприємства з надання послуг в області логістики, де збирають товари різних постачальників, складають, комплектують і, у кінцевому підсумку, разом поставляють на автомобільний завод.

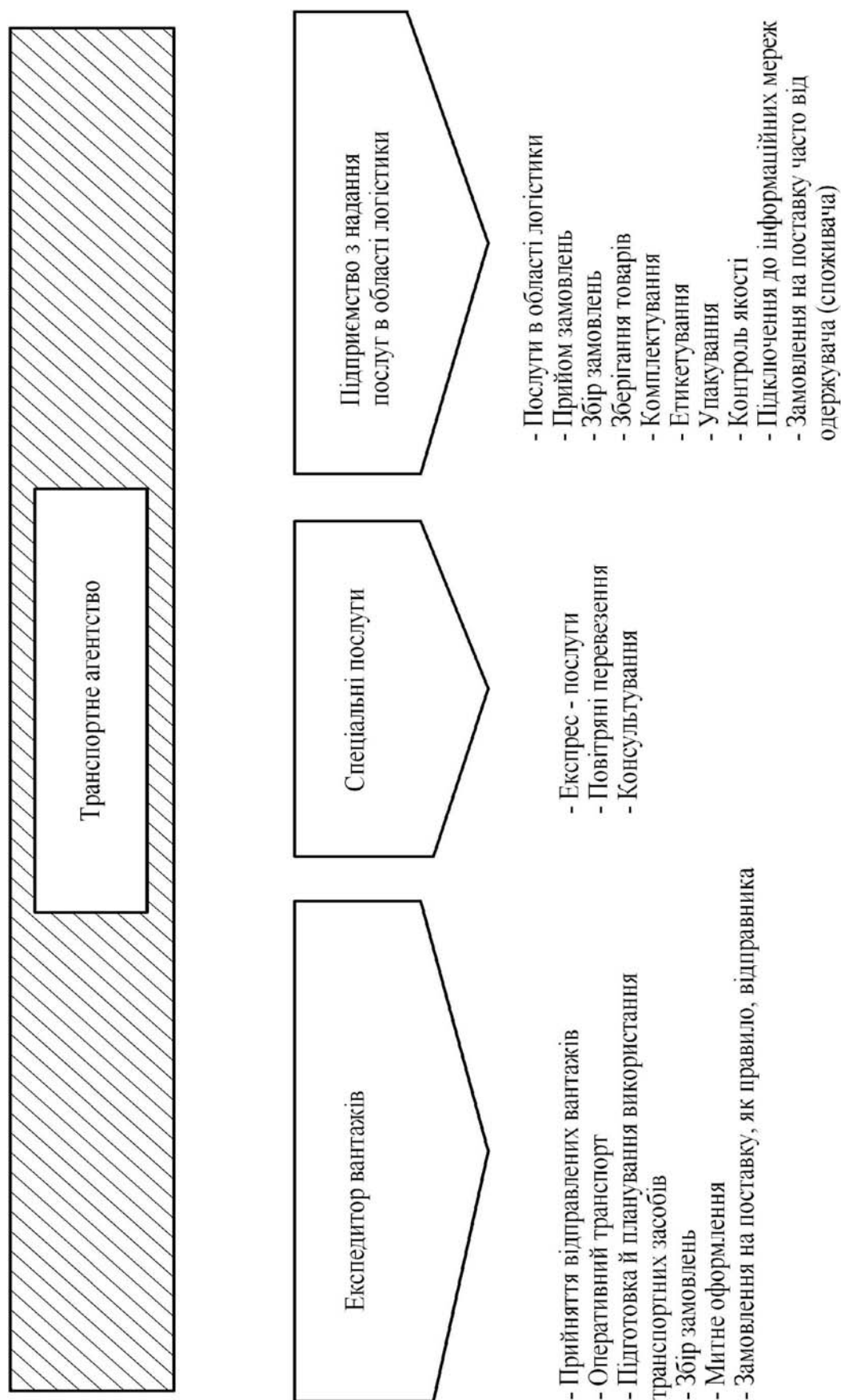


Рис. 4.44. Перетворення транспортного агентства в підприємство з надання послуг в області логістики

Навіть поставку товарів за принципом «Точно за графіком» («Just-in-Time») у цей час здійснює підприємство з матеріально-технічного постачання, що, таким чином, відповідає за прямі поставки на виробництво.

Для включення транспортного агентства й, відповідно, підприємства з надання послуг в області логістики в логістику матеріально-технічного постачання й логістику розподілу промислових і торговельних підприємств можна виділити три важливих програми [4] (рис. 4.45):

- регіональну програму;
- зовнішній концепт складу;
- магістрально-фідерну систему перевезень.

При регіональній концепції матеріально-технічного постачання потоки товарів однієї області поєднуються й перевозяться на промислове підприємство регіональним експедитором. При такому часто практикуваному прояві оптимального потоку матеріалів передбачається наявність злагодженого систематичного потоку матеріалів, при цьому діапазон організації потоків товарів і потоків інформації може порушуватися різними способами. Він поширюється від замовлення про відкликання поставки до синхронізованого виробничого планування й керування. Якщо розглянути необхідні при цьому концепції свободи розташування й додатково ще й об'їзди, які частково збільшують транспортний маршрут між ділянкою складання й місцем розташування промислового підприємства, то ця концепція буде непридатною для орієнтованої на час споживання поставки (наприклад, концепції «Точно за графіком» («Just-in-Time»).

Потрібно зазначити, що навіть при ретельно відпрацьованому ланцюжку транспортування й інформації все ж таки виникає необхідність у наявності буферного (накопичувального) складу на місці розташування промислового підприємства.

При регіональній концепції логістики планування розміщення товарного потоку протікає в протилежному напрямку логістики матеріально-технічного постачання, обслуговування ведеться промисловим складом готової продукції. У регіональну концепцію часто входять дрібні й середні транспортні агентства, що зарекомендували себе у своєму регіоні як надійні і гнучкі підприємства. Однак необхідно також згадати залежність транспортно-експедиційного агентства промислового підприємства й безпеку заміненості як можливі недоліки цієї концепції.

Концепція зовнішнього складу передбачає для діапазону в області матеріально-технічного постачання обслуговування транспортно-експедиційним агентством і розташований поблизу від промислового підприємства зовнішній склад матеріально-технічного постачання «EDL». У результаті цього забезпечується синхронне з виробництвом постачання промислового підприємства, наприклад, у рамках принципу «Точно за графіком».

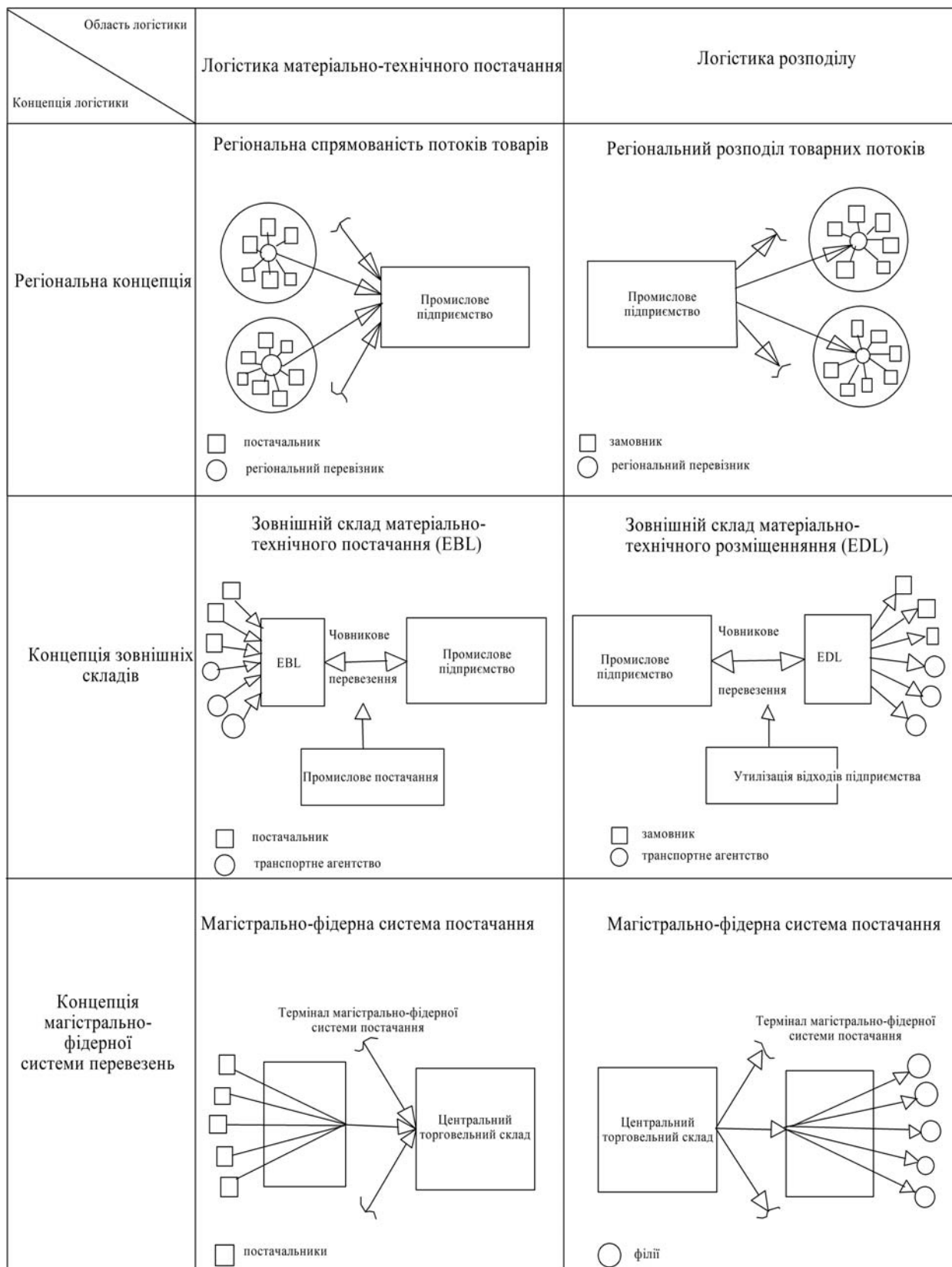


Рис. 4.45. Включення транспортних агентств у концепти логістики

Однак відповідальність за розміщення лежить на промисловому підприємстві, що завчасно повідомляє підприємство-постачальника проміжної продукції про свою потребу. Навпроти, про поточну потребу транспортно-експедиційному агентству повідомляється тільки за кілька годин до складання у вигляді замовлення із зовнішнього складу матеріально-технічного постачання «EDL», що на підставі технічних рішень, зокрема системи штрих-кодів, повинне забезпечити належну комплектацію. Укомплектовані вантажі й, відповідно, одиниці вантажу або тарні одиниці на закінчення транспортуються за допомогою човникового перевезення з точною ритмічністю безпосередньо на виробничу ділянку промислового підприємства. У зовнішніх складах матеріально-технічного постачання існують такі самі граничні умови, як і в «EDL». Експедитор вивозить продукцію промислового підприємства за принципом регулярного човникового перевезення на склад, що ним обслуговується. Після появи замовлень, що надходять на зовнішній склад матеріально-технічного постачання, фізичний розподіл товарів виконується переважно на підставі двоступеневого комісіонування. На зовнішньому складі матеріально-технічного постачання товари заздалегідь комплектуються по регіонах і розподіляються по замовникам або по пунктах перевантаження транспортно-експедиційного підприємства. Тут здійснюється другий етап комісіонування, а саме: детальне комісіонування по регіонах поставки. Концепція зовнішнього складу передбачає найвищі вимоги щодо апаратного й програмного забезпечення, що використовується, а також відносно планування й керування. Тільки в такий спосіб можна повністю відмовитися від мінімальної гарантійної наявності на складі постачальника й замовника в екстремальному випадку. Повна прозорість описаної концепції забезпечується через ознайомлення з усіма важливими даними з боку постачальника, експедитора, промислового підприємства й замовника. У зв'язку з необхідними заходами для інвестицій, на зовнішніх складах працюють передусім великі транспортні агентства, здатні забезпечувати як зовнішній склад, так і транспортну мережу, що забезпечує обслуговування галузі.

Концепція магістрально-фідерної системи постачання використовується переважно торговельними підприємствами, які в області матеріально-технічного постачання й/або розподілу хочуть забезпечити концентрацію матеріальних потоків і перетворити звичайні складальні склади на змінні термінали. Групи товарів, у яких кількість замовлень не дозволяє створити комплектний вантаж, у результаті чого транспортування вантажів буде недоцільним, одержують через центральну диспозицію (розміщення) торговельного підприємства повідомлення і доставляють ці товари на магістрально-фідерний термінал. На цьому терміналі за рахунок комплектування повного вантажу для завантаження автомобіля досягається групування товарних потоків і, таким чином, зниження витрат. Зберігання товарів на магістрально-фідерному

терміналі не відбувається, адже він являє собою перевалочний і складальний пункт. Якщо згрупований товарний потік в області матеріально-технічного постачання доставляється на центральний торговельний склад, то в сфері логістики розподілу він симетрично спрямований із центрального торговельного складу в окремі філії торговельного підприємства. Інтегроване рішення логістики матеріально-технічного постачання й розподілу являє собою транспортування товарів від постачальника до магістрально-фідерного терміналу й звідти безпосередньо до філій або в згрупованому вигляді на один або декілька магістрально-фідерних терміналів, а звідти знову товари поставляються до філій. Для цього прогресивного концепту магістрально-фідерної системи постачання, при якому повністю зникає необхідність у складуванні товарів, потрібна погоджена й зріла система керування запасами (товарами, предметами постачання, матеріальними потоками), тому що має відбуватися безперервне центрально кероване узгодження замовлень окремих філій із замовленнями постачальника, що виконуються. Поряд із цим організація потоків матеріалів висуває найвищі вимоги до систем планування й керування. Далі процеси комісіонування на магістрально-фідерних терміналах повинні безпомилково здійснюватися за допомогою оптимального керування даними й за допомогою надійної техніки для комісіонування.

Система фірми з матеріально технічного постачання товарів уже згадувалася вище як розширене надання послуг описаним транспортно-експедиційним агентством. Така пропозиція обслуговування, до якого в цей час приєдналися 19 замовників, включає в екстремальному випадку всі види діяльності замовника з розподілу. Виробник товарів поставляє в цьому випадку всю продукцію на один зі складів, що належить групі транспортно-експедиційних агентств. Там товар залишають на зберігання, при надходженні замовлення товар комплектується, упаковується й поставляється у відповідне місце призначення, як правило, за допомогою приналежних підприємству транспортних засобів. Отже, тут мова йде про зовнішній склад матеріально-технічного постачання «EDL», яким керує під свою відповідальність описане транспортно-експедиційне агентство.

Така концепція логістики, відповідно до якої часто забезпечується повне обслуговування власного складу виготовлювача, надає замовникові підприємства з надання послуг матеріально-технічного постачання безліч переваг. Адже розрахунок витрат підприємства з надання послуг в області матеріально-технічного постачання проводиться на змінній основі й, таким чином, узгоджується зі ступенем зайнятості замовника, а отже, забезпечується поліпшена господарська діяльність розподілу [6]. Така перевага відносно витрат, а також зниження капіталовкладень, пов'язаних з обсягом складування й транспортування, забезпечують поліпшення конкурентоспроможності замовника. До того ж торговельні підприємства вже більше не

займаються постачанням своїх товарів і можуть поліпшити свою діяльність відносно маркетингу.

Гнучка й короткострокова поставка фірмових товарів, до яких у цьому випадку належить поставка автомобільних шин, шпалер, килимів, вин і продуктів харчування, гарантується з боку підприємств з надання послуг матеріально-технічного постачання. Замовник може точно контролювати надання послуг на підставі щоденної інформації про надходження, відправлення й денну наявність. Статистика про регіональні й тимчасові структури потоків товарів у такий самий спосіб надходить і замовникові. Останнє йому часто невідомо, тому що замовник оформляє замовлення безпосередньо на підприємстві з матеріально-технічного постачання [5; 7]. За рахунок таких послуг забезпечується прозорість для всіх учасників.

Система комунікації LOG (логістична оптимізація ланцюжка транспортування товарів)

Мета й філософія. Кожний учасник у межах ланцюжка транспортування для виконання замовлення має потребу в інформації, що часто надходить разом із прибуттям експедитора. Коли, який вантажний автомобіль і з яким товаром прибуде, одержувачеві в більшості випадків стає відомо тільки після прибуття відповідного автомобіля.

Зайві перешкоди при перевантаженні товарів, наприклад, скупчення вантажних автомобілів на навантажувальному майданчику в ранні ранкові години (рис. 4.46) являють собою наслідок одночасного проходження матеріальних і інформаційних потоків.

Ножиці цін – вартості, що виникають у всій галузі вантажних перевезень, вимога інтенсивної раціоналізації, а також необхідність глобальних заходів щодо кооперації поряд зі згаданими негативними ефектами за відсутності зв'язку між матеріальним та інформаційним потоком стали поштовхом для розвитку системи LOG. Система LOG є незалежною інформаційною системою, що поширюється на всі галузі й форми підприємств і організацій та використовується в кожному апаратному забезпеченні.

Мета системи LOG полягає в передачі інформації про всі необхідні торговельні й транспортні дані, що передують руху матеріального потоку [1; 3; 9; 10].

Система керування й інформації. Описане транспортно-експедиційне агентство як замовник системи LOG є одночасно також і ініціатором цього експериментального (пілотного) проекту, що був здійснений 15 користувачами у проміжок часу з 1980 до 1985 р. (*Проект стимулювався за рахунок фінансування Федеральним міністерством наукових досліджень і технологій (BMFT)*). Програмне забезпечення LOG, що безкоштовно надається користувачеві, може бути інтегроване через вхідний буферний процесор (Front-End – Processor «FER») у будь-яке специфічне для підприємства апаратне забезпечення. Концепція відкритої і потужної системи передачі даних за наявними

у розпорядженні в промислових країнах мережами передачі даних «Datex-P-Netz» забезпечує високий ступінь прийнятності для всіх учасників ланцюжка транспортування (рис. 4.47).

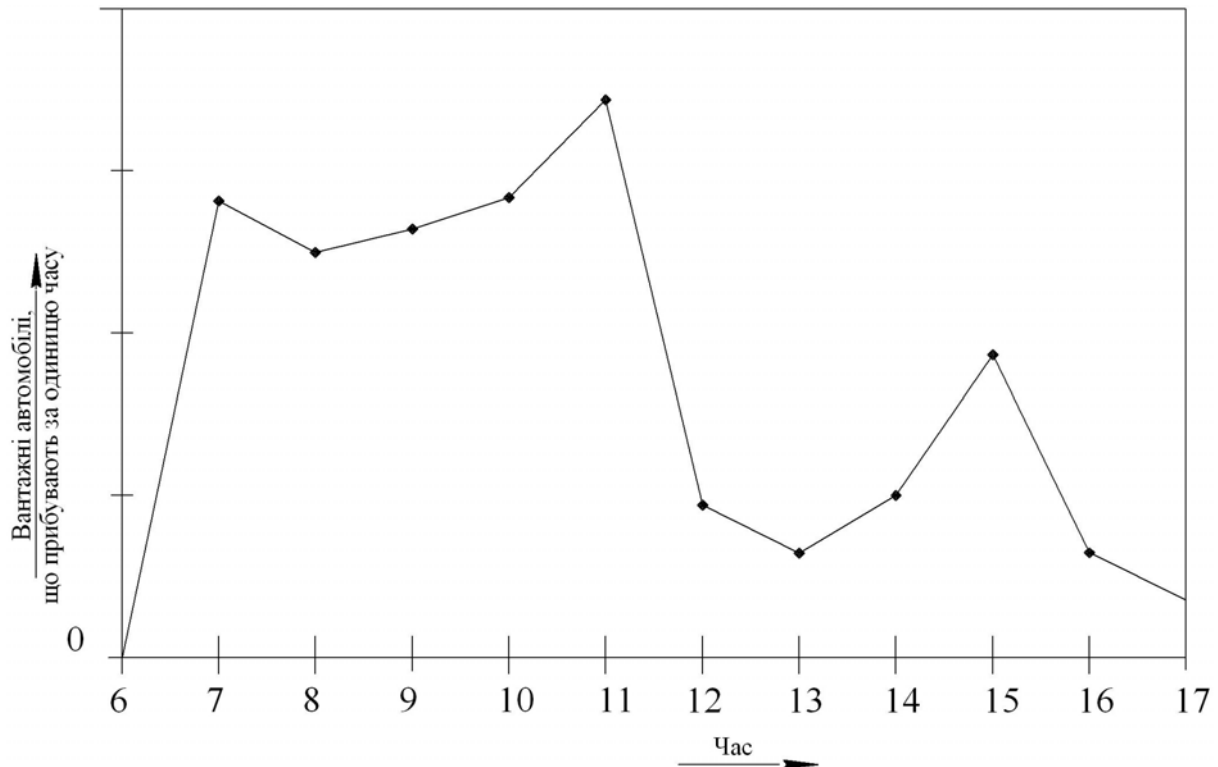


Рис. 4.46. Зразок розподілу в часі прибуття вантажних автомобілів на навантажувальний майданчик відправника вантажу

Через те, що персональний комп'ютер може використовуватися без значних обмежень, можна обходитися незначними необхідними витратами на апаратне забезпечення. Користувачі, яким немає необхідності здійснювати інші роботи з використанням ПК і яким не потрібне апаратне забезпечення, можуть відмовитися від використання вхідного буферного процесора й підключатися через станцію Німецької Федеральної пошти PAD (Packet Assembly/Disassembly Facility = збирач/розбирач пакетів), тобто пристрою для пакетування і депакетування, а також через персональний комп'ютер до системи LOG. За рахунок об'єднання в мережу островних рішень у секторі транспортування загальних переваг системи LOG більше, ніж сума окремих переваг, маємо синергичний ефект. У результаті цього забезпечується прямий зв'язок всіх учасників ланцюжка транспортування.

Переваги системи LOG явно виражені. З одного боку, учасники ланцюжка транспортування отримують більшу свободу дій з розміщення при підготовці й здійсненні транспортування (рис. 4.48 відповідно до джерела [5]).

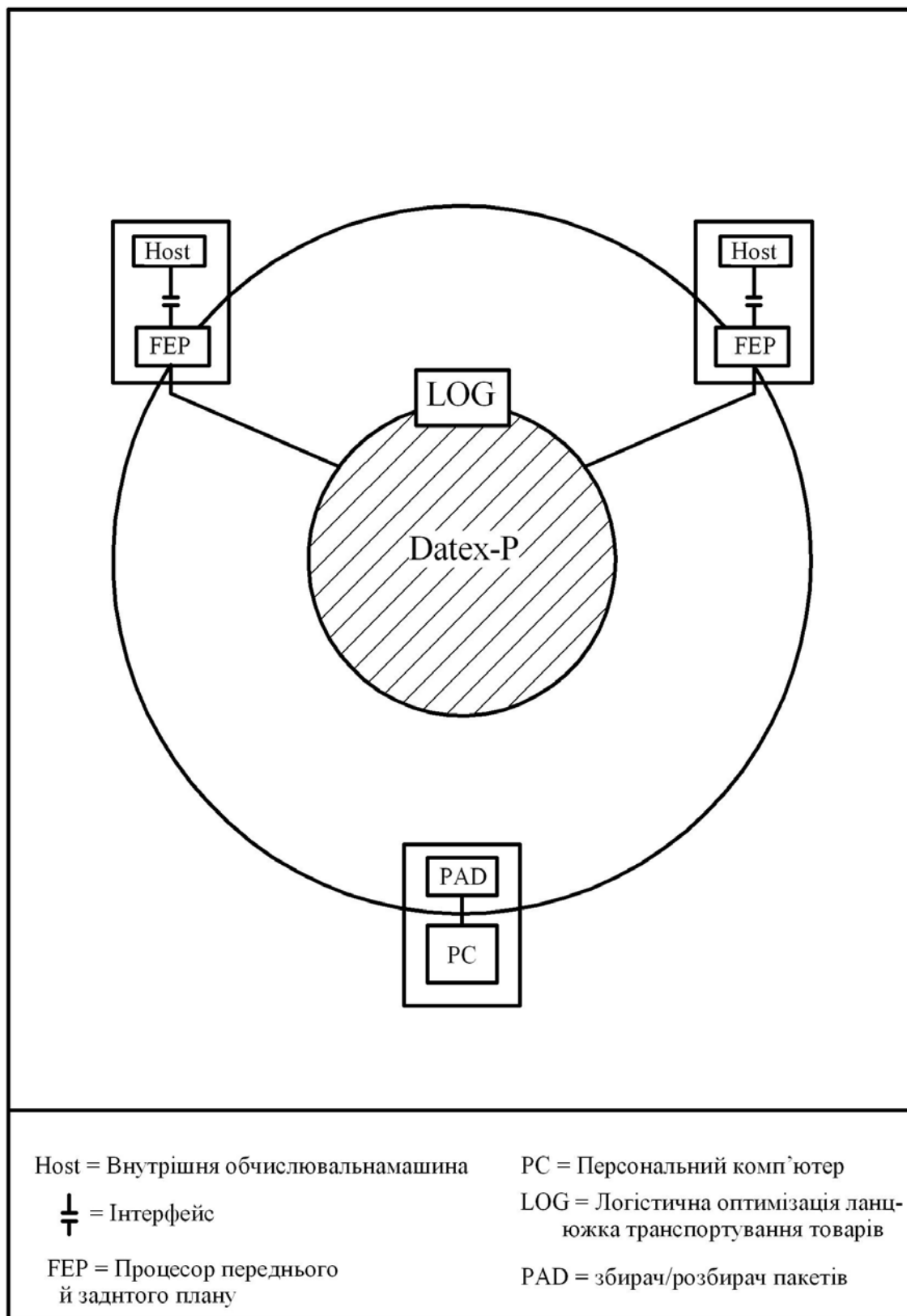


Рис. 4.47. Передача даних у системі LOG за допомогою мережі передачі даних «Datex-P» (відповідно до джерела [7])

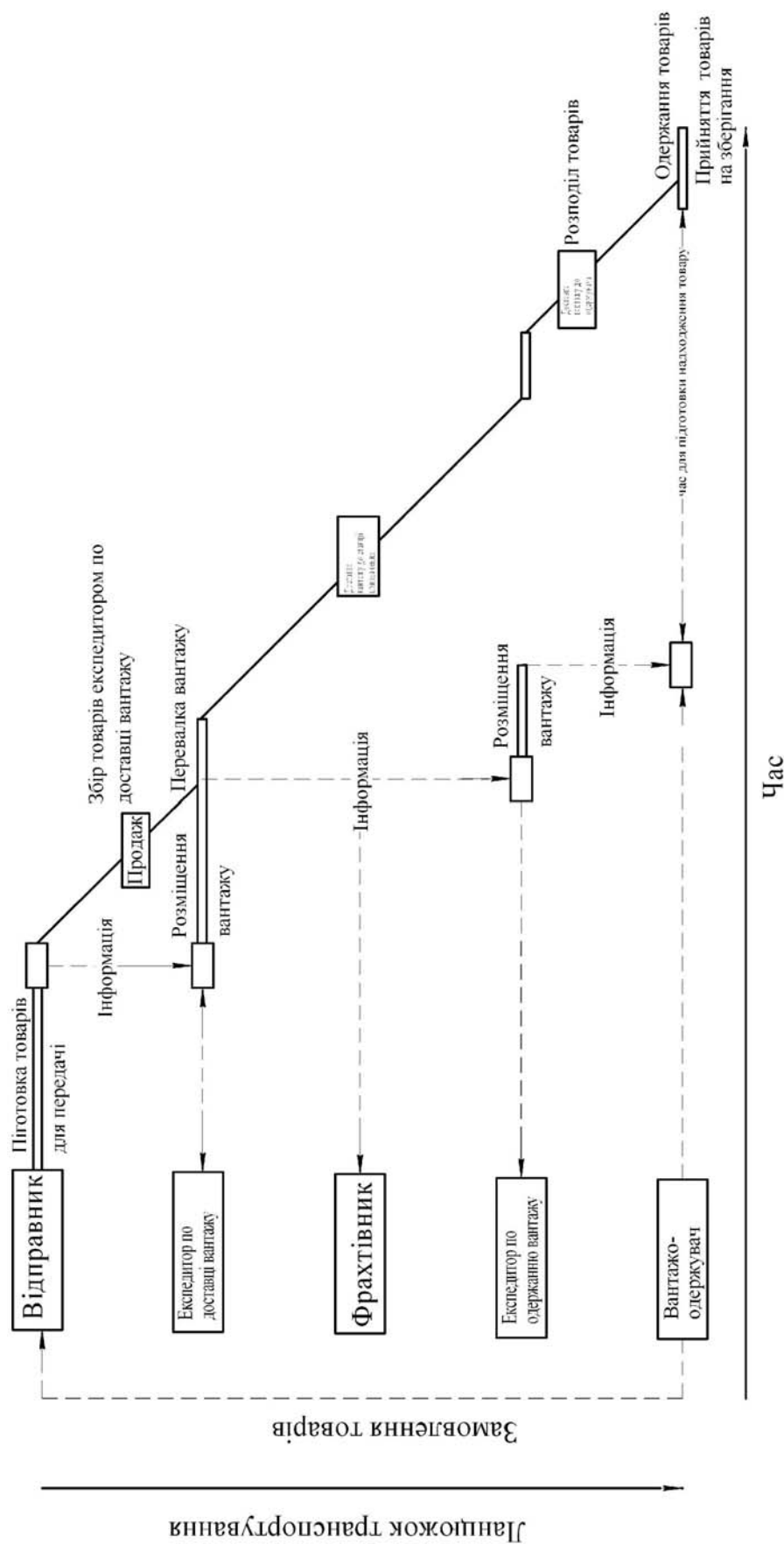


Рис. 4.48. Більша свобода дії й більше завантаження потужностей як основні переваги системи LOG (відповідно до джерела [7])

З іншого боку, система LOG дозволяє підвищити завантаження потужностей і проектується з мінімальними витратами при одночасній оптимізації матеріального потоку. Також вдається уникнути процесу багаторазової реєстрації даних. Поряд із цим поліпшене керування й контролювання ланцюжка транспортування дозволяє скоротити складські запаси.

Необхідно згадати про те, що система комунікації LOG не залишається без конкуренції. Стандартне, корисне для всіх рішення в результаті наявності подібних розробок у цьому секторі найближчим часом не буде отримане.

Система LOG сьогодні усе ще обмежена на національному рівні вантажних перевезень. Однак за рахунок сполучень система відкрита для інших видів транспорту (морські, повітряні перевезення, державні залізниці ФРН, міжнародні вантажні перевезення). Вони зможуть на пізнішому етапі проектування підключитися до системи LOG. Тут особливо необхідно згадати LOG-повітря, що в цей час розробляється для повітряних перевезень. Тут також існують подібні проблеми, як це має місце при дорожніх вантажних перевезеннях. Так, наприклад, за даними джерела [8], середня частка часу очікування в ланцюжку транспортування від усього часу транспортування становить близько 78 %.

З них 21 % обумовлений відсутністю інформації. Допомогти при цьому повинна система LOG-Повітря. Надалі мають бути зроблені пробні випробування, крім того, до системи LOG-Повітря підключаються відомі авіатранспортні підприємства.

Система матеріальних потоків. На систему матеріальних потоків і використовувані для неї засоби пересування (як правило, транспортні засоби) система комунікації LOG не впливає. Це необхідно розглядати як перевагу системи LOG, тому що не потрібні інвестиції в нові транспортні засоби. Матеріальні потоки здійснюються в такий самий спосіб, як і колись, по традиційному ланцюжку транспортування, однак за оптимальних граничних умов.

4.2.9. Логістика утилізації

Мета й філософія. Логістика утилізації охоплює народногосподарські і виробничі сфери діяльності. З погляду народного господарства необхідно, зокрема, вирішити проблему місця розташування підприємства зі збирання й утилізації відходів. Підприємство зі збирання й утилізації відходів включає серед іншого установки з перевалки, сортування, повторного й подальшого використання, а також майданчик для зберігання відходів і сміття.

Залежно від виду відходів зібрані в рамках утилізації відходи відправляють на різні підприємства зі збирання й утилізації відходів або безпосередньо на майданчик для зберігання відходів і сміття. До видів

відходів належать *міське сміття* (побутові відходи, подібні побутовому сміттю; промислові відходи; великогабаритні відходи; вуличне сміття й ринкові відходи), *спеціальні відходи й будівельне сміття*.

На рис. 4.49 показано, що логістика утилізації не може обмежуватися тільки усуненням відходів. Тут як приклад наведений кругообіг товарів споживання.

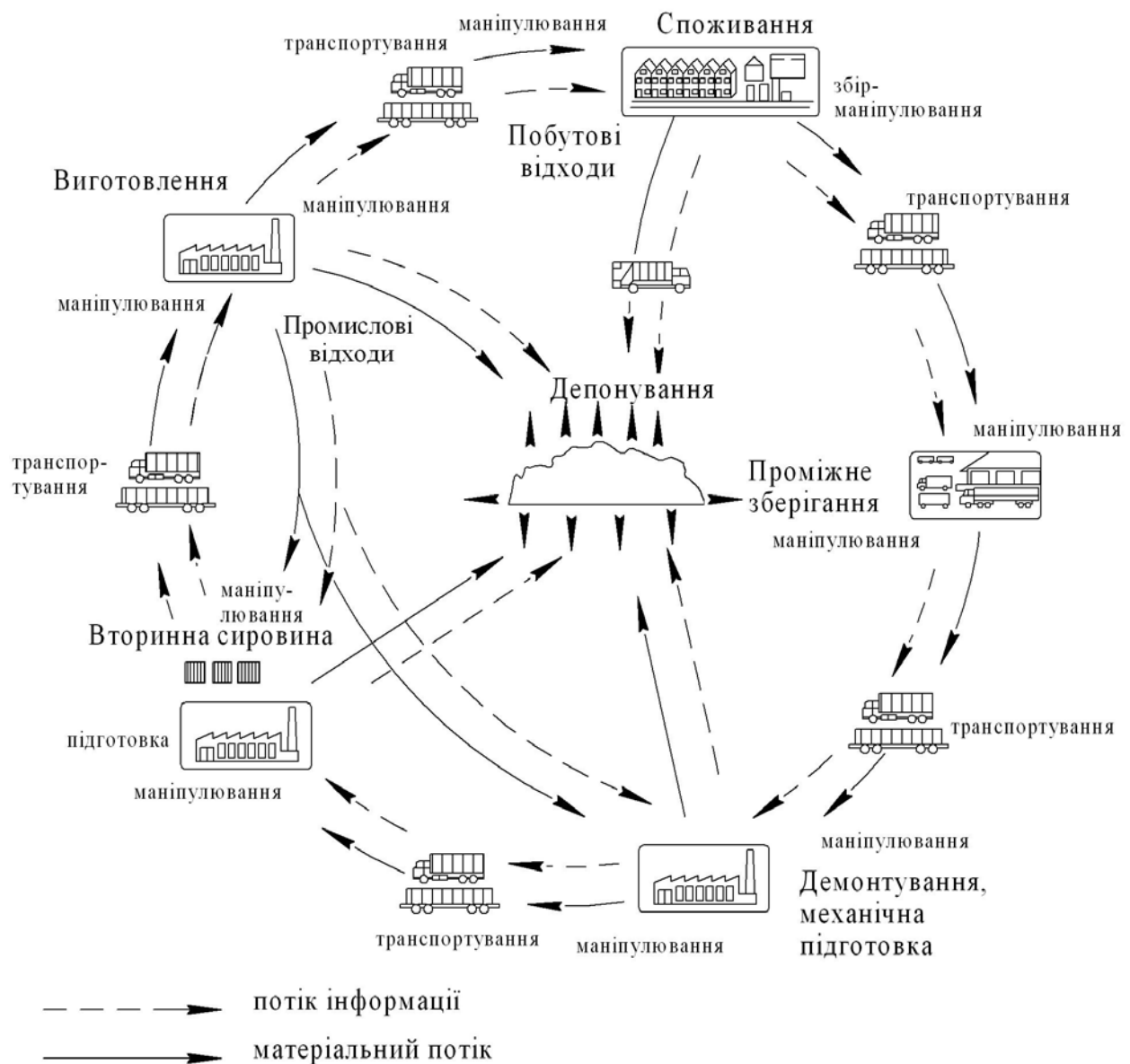


Рис. 4.49. Кругообіг товарів і відходів

Цей кругообіг включає виробництво, споживання й повторну переробку, при цьому тут згадується тільки частина кругообігу справжнього використання товарів споживання щодо споживання. Значно більша частина кругообігу поширюється на усунення й повторну переробку товарів

споживання. Для цього потрібна безліч процесів транспортування, сортування й маніпулювання між процесами складування й підготовки.

Частини відходів не переміщуються по всьому кругообігу, а виходять із нього, наприклад, безпосередньо після споживання або після підготовки й, таким чином, потрапляють на майданчик для зберігання відходів і сміття. У такий же спосіб і частина відходів, що утворюються під час виготовлення, також не повертаються назад у кругообіг, а закінчують своє переміщення на майданчику для зберігання відходів і сміття. Частина депонованих відходів товарів надалі буде зводитися, по можливості, до мінімуму.

Відправні точки в логістиці утилізації для поліпшення матеріального потоку на цей час є в достатній кількості в процесах транспортування, сортування й маніпулювання. Матеріальний потік необхідно організувати так, щоб виникала необхідність тільки в мінімальній кількості процесів маніпулювання в процесі кругообігу товарів споживання, а також, щоб планування, керування і контроль товарів виконувалися з урахуванням логістики.

Із цієї причини поряд із матеріальним потоком з погляду логістики утилізації необхідно передбачити також і потік інформації, що буде супроводжувати *матеріал* (товари споживання й інші, зокрема, відходи матеріалів, що виникають у процесі виробництва у зображеному кругообігу). Цей потік інформації необхідно в майбутньому упорядкувати й підтвердити його надійність. Інформація повинна супроводжувати матеріальний потік, а також використовуватися для планування, керування й контролю.

Безперервний потік інформації дозволить, зокрема, проектувати проміжні склади й транспортні засоби для перевезення відходів з урахуванням їх кількості й виду матеріалів. У результаті цього з'явиться можливість забезпечити економічно виправдане розміщення складів і транспортних засобів.

Система керування й інформації. Нові концепції логістики утилізації обмежуються сьогодні переважно розробками в області матеріального потоку, наприклад, новою технікою для матеріальних потоків. Потік інформації, що супроводжує матеріальний потік, не існує або існує тільки на початковій стадії розробки (див. рис. 4.49).

Інформація в сфері логістики утилізації є неповною й, як правило, реєструється вручну; отже, потік інформації відзначається поганою якістю.

Із цієї причини часткова мета логістики утилізації повинна бути спрямована на побудову інформаційної системи, що відповідає потребам. Таким чином, інформацію можна буде зчитувати, наприклад, у транспортному засобі для збирання відходів. Передачу даних між транспортними засобами для збирання відходів і керуючим комп'ютером можна забезпечувати, наприклад, за допомогою телефону, радіо, інтернету. У результаті цього можливо також створити широко розгалужену структуру інформаційних і керу-

ючих систем. Використання системи електронної обробки даних, передачі й реєстрації даних (наприклад, мобільна реєстрація даних у транспортних засобах для збирання відходів), сьогодні є обов'язковою.

Система матеріального потоку. Наведена нижче як приклад нова концепція матеріального потоку в рамках логістики утилізації обмежується областю утилізації побутових відходів. Для отримання кращого порівняння з існуючою дотепер системою утилізації побутових відходів вона спочатку буде наведена у вигляді рівня техніки.

Процес утилізації можна описати в такий спосіб.

1. Утворення відходів.
2. Збір відходів.
3. Транспортування відходів.
4. Сортування, підготовка, використання й депонування відходів.

При утилізації побутових і подібних їм промислових відходів на передньому плані перебуває збір і транспортування відходів, включаючи необхідні при цьому процеси перевантаження. При традиційному зборі відходів розрізняють чотири системи [8]:

- однобічну (одноразова система);
- систему всмоктування сміття;
- змінну систему;
- систему зі спорожнюваними контейнерами.

Однобічна система й система всмоктування сміття виконує в процесі збору сміття тільки допоміжну функцію. Змінна система використовується, як правило, тільки при використанні збірних контейнерів місткістю більше 4 м³ і в рамках утилізації побутових відходів не має ніякого значення.

Для збору відходів використовують, як правило, систему зі спорожнюваними контейнерами. Розрізняють системи зі спорожнюваними контейнерами, з використанням стандартних і нестандартних контейнерів. Система з використанням нестандартних спорожнюваних контейнерів у комунах Федеративної Республіки Німеччини практично вже не має ніякого значення. Як стандартні спорожнювані контейнери в окремих домашніх господарствах використовують:

- круглі баки для сміття місткістю 35 і 50 л;
- круглі баки для сміття місткістю 70 і 110 л;
- великі ємності для сміття місткістю 770 і 1100 л та
- великі ємності для сміття місткістю 2500 і 5000 л.

Ці спорожнювані ємності вивантажують у збиральні автомобілі за допомогою засипання. Для цього залежно від спорожнюваної ємності і виду підготовки потрібна обслуговуюча команда в кількості від двох до шести чоловік. За класифікацією види підготовки збірних ємностей розрізняють

так: *підготовка користувачем*, тобто підготовка домашніми господарствами; *підготовка командою*, тобто підготовка командою обслуговування.

Планування використання збиральних транспортних засобів виконується, як правило, на підставі практичних показників, при цьому спорожнювані ємності розподіляють, по можливості, рівномірно за збиральними транспортними засобами і командами.

Для того щоб можна було завантажити якнайбільше сміття в збиральні транспортні засоби, вони оснащені ущільнювальними пристроями, що дозволяють зробити ущільнення в 2–3 рази. Коли збиральний транспортний засіб заповнений відходами, його відправляють на майданчик перевантаження або переробки, або ж безпосередньо на майданчик для зберігання відходів і сміття. На перевантажувальному майданчику відходи підготовлюють для подальшої переробки. На рис. 4.50 як приклад показаний майданчик для перевантаження відходів. Збиральні транспортні засоби розвантажують там ущільнені відходи в бункер і після цього знову повертаються в місця використання. З бункера відходи вичавлюють у контейнери. Ці контейнери переміщують по вулиці, а при великих відстанях – також і по рейках.

У цей звичайний спосіб збору відходів з погляду організації й техніки можна внести вдосконалення. До слабких місць можна, зокрема, віднести:

- погане планування використання збиральних транспортних засобів;
- недостатнє визначення та збір специфічних даних для планування;
- високу потребу в робочому персоналі;
- повторне ущільнення відходів на перевантажувальному майданчику,

що потребує значних витрат;

- відсутність суцільної концепції збору, транспортування й складування;
- безліч різних типів ємностей;
- відсутність або недостатнє сортування відходів за типами відходів.

Для усунення деяких із цих слабких місць у 1986 р. одне з підприємств з утилізації відходів розробило нову технологію для збору відходів, що була сконструйована з урахуванням економічних показників [5]. Розроблені окремі компоненти являють собою нові транспортні засоби для збирання й транспортування, а також контейнери, розраховані для перевезення на цих транспортних засобах. Вони сьогодні представлені у вигляді діючих комплексів.

Основою нової концепції для збирання відходів є нова технологія процесу збору й транспортування, включаючи необхідні перевантаження.

Розроблена система змінних контейнерів з метою використання на транспортних засобах для збирання й транспортування відходів є важливою частиною нової концепції. Її використовують як для збирання відходів із спорожнюваних контейнерів, так і для транспортування відходів. Система контейнерів розроблена з урахуванням збирання різних видів відходів і виконана із застосуванням різних пристосувань і різних розмірів контейнерів.

Контейнери для цих відходів можуть вибірково забезпечуватися відкидною кришкою, розсувною кришкою й кришкою у вигляді цибулини. Для сипучих матеріалів і рідин можна використовувати контейнери силосного типу й цистерни.

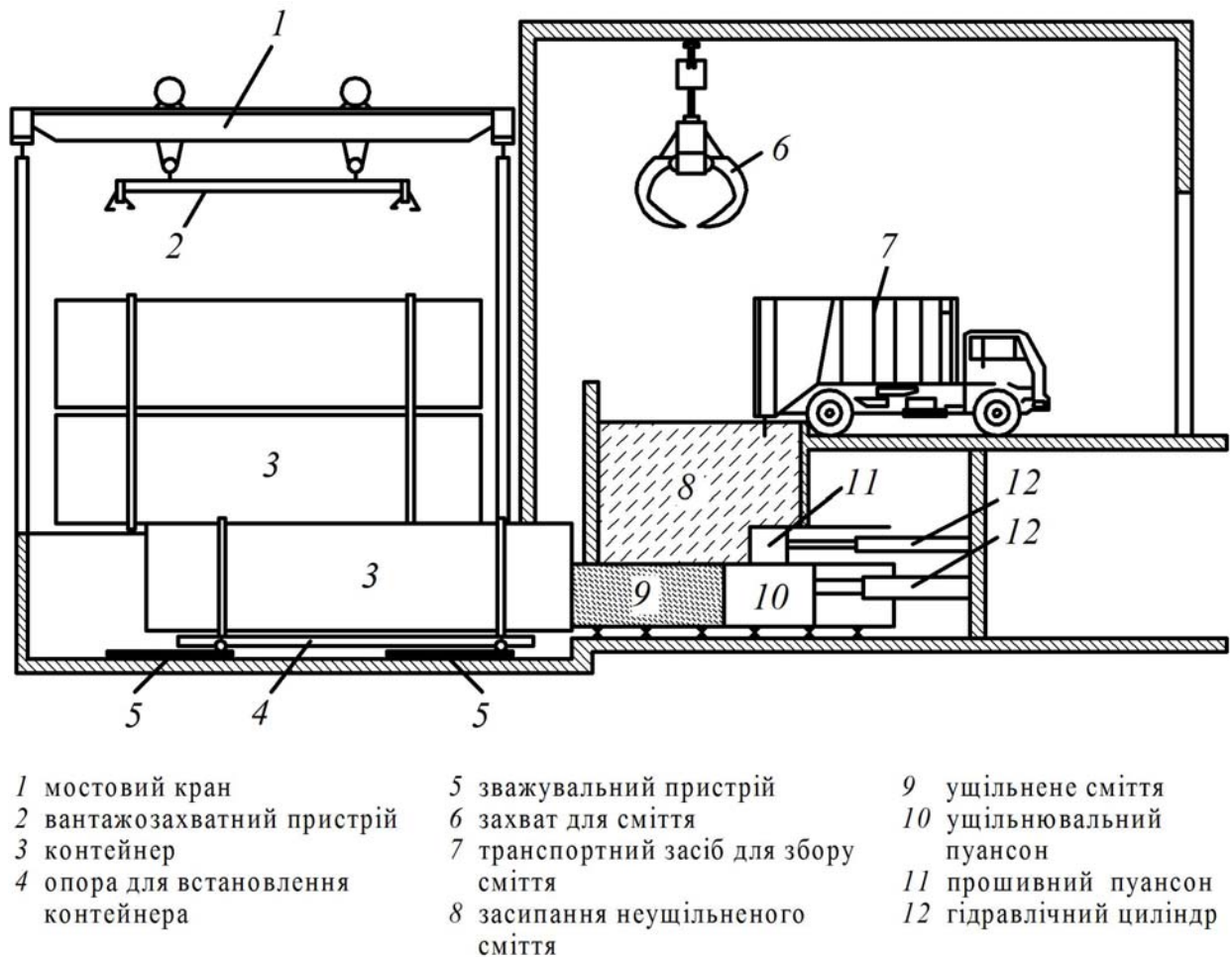


Рис. 4.50. Звичайна установка для навантаження відходів

Дотепер у розпорядженні були контейнери місткістю 7, 10 і 20 м³. При зборі побутових відходів застосовують контейнери місткістю 20 м³ розміром 4150 мм завдовжки, 2490 мм завширшки й 240 мм заввишки. Зрозуміло, що такі контейнери не підходять для використання в розмірній схемі відповідно до вимог щодо контейнерів ISO, до контейнерів для внутрішніх перевезень, отже зміни давно вже необхідно було зробити. З цієї причини в новій системі, на жаль, ще потрібно створити пристрої сполучення з контейнерами для внутрішніх перевезень, що використовуються, відповідно до вимог ISO, які можна застосовувати в системах транспортування, маніпулювання й вантажозахоплювальних пристроях або ж виготовити нові системи. За необхідності такі контейнери частково ще буде необхідно погодити з міжнародними нормами й стандартами.

Для процесу збирання й транспортування необхідні відповідні транспортні засоби. Через те що один тип транспортного засобу не може задовольняти всі вимоги, були розроблені різні типи транспортних засобів залежно від різних завдань:

1) збиральні транспортні засоби для спорожнюваних контейнерів місткістю до 1100 л;

2) збиральні транспортні засоби для спорожнюваних контейнерів місткістю від 2500 до 5000 л;

3) збиральні транспортні засоби для спорожнюваних резервуарів (у виробників, споживачів);

4) транспортні засоби для контейнерів (контейнери для твердих відходів, контейнери бункерного типу й цистерни);

5) транспортні засоби для дальніх перевезень до трьох контейнерів (контейнери для твердих відходів, контейнери бункерного типу й цистерни).

Збиральний транспортний засіб складається з ходової частини із засобами маніпулювання для змінних контейнерів, навантажувальних пристроїв, ущільнювального пристрою з ущільнювальним пуансоном і змінними контейнерами (рис. 4.51).



Рис. 4.51. Збиральний транспортний засіб зі змінними контейнерами
(відповідно до джерела [5])

При використанні на практиці користувач (тобто домашнє господарство) або команда з обслуговування збирального транспортного засобу захоплює

навантажувальним пристроєм підготовлені на узбіччі дороги спорожнювані контейнери і спорожнює їх над кабіною в пристрій для ущільнення. Процес навантаження контролюється й керується з кабіни водія збирального транспортного засобу.

З ущільнювального пристрою відходи вичавлюються за допомогою постійно працюючого ущільнювального пуансона, наприклад, у контейнер місткістю 20 м³ [5; 6; 7].

Якщо контейнер на збиральному транспортному засобі буде заповнений, його можна встановлювати на передбачені для цього перевантажувальні майданчики.

При цьому контейнер з положення безпосередньо в задній частині транспортного засобу встановлюється за допомогою збирального транспортного засобу торцевою поверхнею контейнера до землі.

Встановлення порожнього контейнера на збиральний автомобіль можна зробити у такий самий спосіб, як і вивантаження заповненого відходами контейнера зі збирального автомобіля, за допомогою додаткових пристосувань. Збиральний транспортний засіб після вивантаження заповненого контейнера захоплює порожній контейнер і повертається на ділянку збирання.

На рис. 4.52 показаний можливий процес збирання відходів з урахуванням цієї нової концепції. Відповідно до концепції передбачається окремо від транспортування відходів до підприємства зі збирання й утилізації відходів збирання відходів. Цей процес можна здійснити при використанні нових засобів керування матеріальними потоками.

При цьому в кожному районі збирання на окремих маршрутах збиральних транспортних засобів заповнені контейнери замінюються на площадки перевантаження.

Повні контейнери залежно від виду відходів відправляють із майданчиків для перевантаження з різних районів збирання до внутрішніх районних майданчиків для перевантаження й сортування, установок для повторної переробки й подальшого використання або на смітник. Таким районом може бути, наприклад, комуна. Там відбувається збір контейнерів з відходами з різних районів збору комуни в одному місці. Після перевантаження або сортування відходів може знадобитися додаткове транспортування всередині району до установок для повторної переробки, повторного використання або на смітник.

Частину відходів, яку не можна утилізувати всередині районів, транспортують у тих самих контейнерах до інших установок за основною межами району. Кругообіг відходів за межами району переважно кругообігу усередині району. Перевезення відходів за межі району до інших установок з утилізації відходів можуть відбуватися безпосередньо через установку перевантаження й сортування, в якій здебільшого відбувається сортування (див. рис. 4.52).

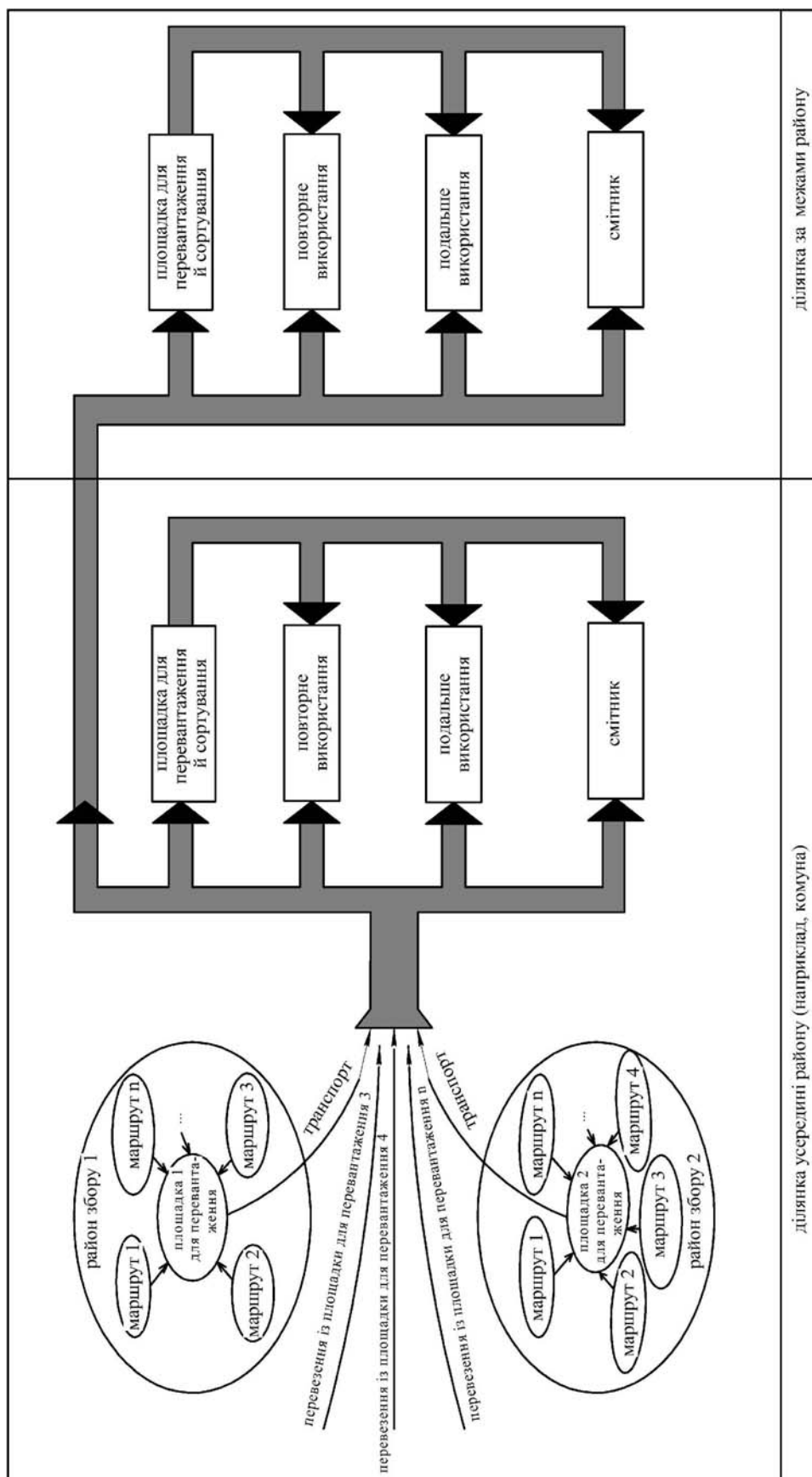


Рис. 4.52. Приклад нової концепції збирання й транспортування при утилізації відходів

Перевезення може відбуватися на вантажних автомобілях, які вміщують і перевозять три контейнери по 20 м³, залізницею або водним транспортом. Який із цих трьох транспортних засобів буде обрано, залежить від граничних умов.

У новій концепції збиральних транспортних засобів поряд із міркуваннями щодо логістики враховують також і міркування відносно робочого персоналу. Небезпека виникнення нещасних випадків і аварій для робочого персоналу під дією потокового руху знижується, адже процес навантаження здійснюється збиральним транспортним засобом.

Психічні навантаження на робочий персонал знижуються, адже підймання спорожнювальних контейнерів відбувається механічним способом з дороги. Небезпека нещасних випадків для робочого персоналу під час виходу знижується в результаті низького розташування кабіни водія над спеціальною ходовою частиною, і робочий персонал захищений від дії атмосферних впливів у кабіні водія.

До важливих переваг цієї орієнтованої на майбутнє нової системи матеріальних потоків можна, зокрема, віднести таке.

1. Робочий час персоналу, що збирає відходи, використовується ефективно, адже можуть відпасти звичайні довгі маршрути перевезень. Робочий час тепер можна витратити на більш продуктивні операції.

2. Транспортні засоби на противагу збиральним транспортним засобам не оснащені ущільнювальним пристроєм з ущільнювальним пуансоном. Завдяки цьому виникає більш сприятливе співвідношення власної ваги й корисного навантаження.

3. Контейнери, що вже використовувалися для збору, застосовуються тепер також для транспортування. Тому для подальшого перевезення після вивантаження ущільнених відходів необхідно зробити повторне ущільнення відходів у контейнері, що придатний для транспортування (див. рис. 4.50).

4. Контейнери можна використовувати також і для зберігання відходів, і вони в такому випадку відправляються на склад під відкритим небом або багаторушній склад. За рахунок використання буферної функції складу можна, зокрема, на майданчику для перевантаження створити рівномірний потік відходів. Якщо заповнені відходами контейнери зберігаються на підприємстві за спалювання відходів, різні відходи можна зберігати окремо в різних контейнерах і зібрати оптимальну партію за способом спалювання з мінімальним виділенням шкідливих речовин. Також і з погляду безпеки згоряння сірки у звичайних бункерах зі змішаними відходами, важливим аспектом є зберігання відсортованих відходів.

5. Використовувана система контейнерів придатна для всіх видів відходів.

На закінчення можна зробити висновок про те, що поділ збирання і транспортування відходів при використанні описаних тут нових контейнерів може стати в майбутньому доцільним і практичним шляхом для утилізації відходів.

Список літератури до розділу 4

1. Iunemann R. Materialfluss und Logistik / R. Iunemann // Springer Verlag, 1989. – 600 p.
2. Григоров О.В. Вантажопідйомні машини : навч. посіб. / Григоров О.В., Петреко Н.О. – Харків : НТУ «ХПІ», 2006. – 304 с.
3. Григоров О.В. Ліфти : навч. посіб. / О.В. Григоров, В.В. Стрижак, Г.О. Губський та ін. – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – 172 с.
4. Optimale Steuerung für Hebe – und Fördermaschinen : навч. посіб. / O. Grigorov, V. Svirgun, G. Anishchenko, W. Stryzhak, A. Okun. – Харків : НТУ «ХПІ», 2013. – 240 с. – Нім. мовою.
5. Iunemann R. / R. Iunemann, G. Pater // Robotereinsatz für Materialflus-saufgaben, insbesondere in Warenrerteilsystemen. kommtech 1986, Kongress I: Robo-tertechnik und Sensoren, Flexible handhabungstechnik und Monage-automati-sierung, Kongress, Essen, 13–16 Mai, 1986. – 38–44 p.
6. Iunemann R. / R. Iunemann, H. Klopfer // Reduzieren der Durchlaufzeit als logistische herausforderung Logistik im Unternehmen. – № 5/6. – VDI – Verlag Dusseldorf. – 1988. – 26–30 p.
7. Naito H. Handbuch für das Kanbansystem / H. Naito // Techni-Transfa-Kanbansys-tem, Frankfurt, 1982. – 264 p.
8. Porter M. Wettbewerbsvorteile / M. Porter // Verlag, Frankfurt, 1986. – 146 p.
9. Wildemann H. Just-in-Time Production in Deutsch / H. Wildemann // Gessellschaft für Management und Technology, München, 1989. – 68 p.

Контрольні запитання

1. Назвіть складові елементи лінії для утворення безпіддонної вантажної одиниці.
2. Переліchte послідовність технологічних операцій при утворенні безпіддонної вантажної одиниці.
3. Назвіть шляхи підвищення продуктивності автоматичних ліній для утворення безпіддонних вантажних одиниць.

4. Назвіть габаритні розміри існуючих і перспективних багатоярусних стелажних складів.
5. Опишіть недоліки традиційної конструкції велосипедного крана і назвіть шляхи їх усунення.
6. Які основні принципи ефективної організації роботи піднімально-транспортних машин у багатоярусних складах?
7. Опишіть ієрархію і призначення комп'ютерів у схемі керування автоматичної складської системи.
8. Назвіть область застосування та мету автоматизації штабелерів із ручним керуванням.
9. Перелічте елементи автоматичної системи керування навантажувачами.
10. Назвіть призначення та області застосування автоматичних штабелеукладачів.
11. Опишіть тенденції розвитку наземних засобів матеріального потоку.
12. Назвіть транспортні засоби для обслуговування інтегрованої системи складу з розсувними стелажми та опишіть їх роботу.
13. Опишіть ієрархію і призначення комп'ютерів системи автоматичного керування розподільними транспортними засобами.
14. Назвіть призначення та області застосування монорейкових і підвісних транспортних засобів безперервної і циклічної дії.
15. Наведіть приклади інтеграції монорейкових транспортних засобів і компонентів маніпулювання.
16. Назвіть вимоги до ступеня рухливості компонентів маніпулювання інтегрованих транспортних засобів і їх вантажозахоплювальних органів.
17. Назвіть основні складові елементи схеми поєднання складу і виробництва за допомогою мобільного транспортера і роботів-маніпуляторів.
18. Назвіть основні перешкоди для поглиблення автоматизації комісіонування вантажів і технічні рішення для їх подолання.
19. Назвіть призначення та основні складові елементи робота для комісіонування великих упаковок.
20. Технічні характеристики роботів для комісіонування великих упаковок і шляхи підвищення їх продуктивності.
21. Опишіть структуру системи керування комісіонування.
22. Назвіть призначення та основні складові елементи робота для комісіонування малих упаковок.
23. Технічні характеристики роботів для комісіонування малих упаковок і шляхи підвищення їх продуктивності.
24. Розкрийте суть шахтного методу комісіонування.
25. Принцип дії шахтної установки для комісіонування.
26. Розкрийте суть бездокументного методу комісіонування.

27. Переліchte цілі логістики планування і постачання на підприємстві
28. Які сфери охоплює інтегрована система інформації і керування на підприємстві?
29. Розкрийте суть принципу постачання товарів на підставі нестачі в технологічному процесі.
30. Розкрийте суть принципу керування матеріальним потоком у функції збору і накопичення.
31. Розкрийте суть принципу керування матеріальним потоком «just-in-time».
32. Назвіть мету впровадження на підприємствах авіаційної галузі ступеневої системи виробничої логістики.
33. Назвіть завдання системи інформації та керування, а також системи потоку матеріалів у виробничій логістиці.
34. Назвіть мету і філософію впровадження принципів виробничої логістики на підприємствах електротехнічної промисловості.
35. Переліchte компоненти та опишіть ієрархію комп'ютерів логістичної системи на підприємствах електротехнічної промисловості.
36. Переліchte вимоги до потоку матеріалів на підприємствах електротехнічної промисловості.
37. Поясніть схему роботи автоматичної системи матеріальних потоків для забезпечення монтажу електронних схем.
38. Переліchte типи логістичних систем магазинів залежно від виду товарів, що продаються.
39. Назвіть цілі, філософію та особливості логістичних систем складів.
40. Переліchte завдання підприємств з надання послуг в області транспортної логістики.
41. Розкрийте суть і структуру системи керування й інформації підприємства з надання послуг в області транспортної логістики.
42. Розкрийте мету і філософію логістики утилізації.
43. Поясніть схему кругообігу товарів і відходів у логістиці утилізації.
44. Назвіть переваги перспективних транспортних засобів для утилізації відходів та поясніть їх конструкцію.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
--------------------	----------

1. ЛОГІСТИКА ЯК НАУКА ПРО УПРАВЛІННЯ

МАТЕРІАЛЬНИМИ ПОТОКАМИ.....	4
1.1. Поняття й сутність логістики.....	4
1.2. Короткі історичні відомості.....	7
1.3. Основні етапи розвитку логістики	11
1.4. Причини і тенденції розвитку сучасної логістики. Логістичні організації.....	12
1.5. Мета, задачі й функції логістики.....	14
1.6. Предмет, об'єкти і суб'єкти логістики.....	17
1.7. Матеріальний потік як основний об'єкт логістики	19
1.8. Логістичні функції й операції.....	23
1.9 Логістичні системи та їх класифікація	26
1.10. Диференціація логістики.....	32
1.11. Сучасні системи управління матеріальними потоками	35
Список літератури до розділу 1	40
Контрольні запитання.....	41

2. ТЕХНІКА ТРАНСПОРТУВАННЯ СИПУЧИХ

(НАСИПНИХ) ВАНТАЖІВ.....	42
2.1. Техніка безперервної дії.....	42
2.2. Основи розрахунку продуктивності.....	47
2.3. Підйомно-транспортні машини періодичної дії, продуктивність підйомно-транспортних машин при циклічному режимі роботи	49
2.4. Техніка для завантажувальних і розвантажувальних робіт.....	50
2.5. Склади. Зберігання і змішування сипучих вантажів.....	58
2.5.1. Поздовжні склади.....	59
2.5.2. Кільцевий склад.....	62
2.5.3. Створення відвалів сипучих вантажів	62
2.5.3.1. Метод Cone-Shell.....	64
2.5.3.2. Метод Strata.....	65
2.5.3.3. Метод Chevron.....	66
2.5.3.4. Метод Windrow.....	67
2.5.3.5. Метод Chevcon.....	67

2.5.4. Вилучення відвалів сипучих матеріалів (51).....	68
2.5.4.1. <i>Поздовжнє вилучення відвалів</i>	68
2.5.4.2. <i>Торцеве розбирання відвалу</i>	69
2.5.5. Гомогенізація сипучих вантажів	71
2.6. Переваги автоматизованих процесів завантаження і розвантаження	72
2.7. Підйомно-транспортні установки для відвального господарства	73
2.7.1. Стрічкові конвеєри.....	73
2.7.2. Кратцер-крани (скребкові реклаймери) для розбирання відвалів	80
2.7.3. Роторні реклаймери	86
2.7.4. Комбіновані пристрої	90
2.7.5. Пристрої для безперервного (динамічного) створення відвалів сипучих вантажів.....	91
2.8. Перевалка сипучих вантажів.....	93
2.8.1. Завантаження вантажних автомобілів і вагонів.....	94
2.8.2. Розвантаження вагонів.....	96
2.8.3. Завантаження суден	98
2.8.4. Розвантаження суден	102
2.8.5. Циклічне (переривчасте) розвантаження суден за допомогою грейферів	110
2.9. Вимоги до підйомно-транспортних пристроїв для сипучих вантажів.....	112
2.9.1. Безпека пристроїв і підтримка їх справності	113
2.9.2. Експлуатаційна надійність	115
2.9.3. Викиди пилу	116
2.9.4. Створення шуму	117
2.9.5. Противибуховий і протипожежний захист.....	118
2.10. Канатні дороги і кабельні крани.....	119
2.10.1. Канатні дороги.....	119
2.10.2. Кабельні крани	124
2.11. Контейнерні термінали	129
2.11.1. Контейнерні термінали середніх розмірів.....	129
2.11.2. Техніка для швидкого навантаження	134
2.11.3. Автоматизований контейнерний термінал	137
2.11.4. Контейнерні перевантажувачі для обслуговування суден Super Post Panamax	144
Список літератури до розділу 2	149
Контрольні запитання	150

3. ТЕХНІКА МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ ШТУЧНИХ

ВАНТАЖІВ 152

3.1. Техніка пакування вантажів і утворення вантажних одиниць	152
3.1.1. Завдання техніки пакування вантажів і утворення вантажних одиниць	152
3.1.2. Систематика утворення пакувальних і вантажних одиниць	155
3.1.2.1. <i>Визначення понять</i>	155
3.1.2.2. <i>Систематика</i>	157
3.1.3. Техніка пакування	159
3.1.4. Утворення вантажних одиниць	162
3.1.5. Критерії вибору й порівняння систем	167
3.2. Складська техніка	170
3.2.1. Завдання складів	170
3.2.2. Класифікація складів	171
3.2.3. Складські засоби	180
3.2.3.1. <i>Підлогове зберігання</i>	180
3.2.3.2. <i>Статичне стелажне зберігання</i>	181
3.2.3.3. <i>Динамічне стелажне зберігання</i>	186
3.2.3.4. <i>Складування на підйомно-транспортних засобах</i>	193
3.2.4. Організація складу	195
3.2.5. Критерії вибору й системне порівняння	202
3.3. Підйомно-транспортна техніка	213
3.3.1. Завдання підйомно-транспортної техніки	214
3.3.2. Систематика підйомно-транспортних засобів	214
3.3.3. Підйомно-транспортні засоби постійної дії	222
3.3.3.1. <i>Підлогові підйомно-транспортні засоби постійної дії</i>	228
3.3.3.2. <i>Стійкові підйомно-транспортні засоби постійної дії</i>	229
3.3.3.3. <i>Підвісні підйомно-транспортні механізми постійної дії</i>	235
3.3.4. Підйомно-транспортні механізми циклічної дії	237
3.3.4.1. <i>Підлогові підйомно-транспортні механізми циклічної дії, підлогові рейкові транспортні засоби</i>	248
3.3.4.2. <i>Стійкові підйомно-транспортні засоби періодичної дії</i>	270
3.3.4.3. <i>Підвісні підйомно-транспортні засоби періодичної дії</i>	273
3.3.5. Критерії вибору й системний аналіз	283
3.4. Навантажувальна техніка	295
3.4.1. Завдання маніпулятора	295
3.4.2. Систематика навантажувальних засобів (маніпуляторів)	296
3.4.3. Одноцільові пристрої	308
3.4.4. Роботи	309
3.4.4.1. <i>Стаціонарні роботи</i>	309
3.4.4.2. <i>Мобільні роботи</i>	312

3.4.4.3. <i>Області застосування в технології</i>	317
3.4.4.4. <i>Вимоги до робіт з транспортування матеріалів</i>	321
3.4.5. Критерії вибору й порівняння систем	325
3.5. Техніка комісіонування, складання і перевалки	331
3.5.1. Техніка комісіонування	331
3.5.2. Монтажна техніка	348
3.5.3. Підйомно-транспортне обладнання	357
Список літератури до розділу 3	375
Контрольні запитання	376

4. ПРИКЛАД РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ І ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ.....378

4.1. Автоматичне формування вантажних одиниць	378
4.1.1. Підлогова техніка в системі матеріальних потоків	382
4.1.2. Застосування техніки на опорах у системах керування матеріальними потоками	394
4.1.3. Техніка на опорах у системах керування матеріальними потоками	402
4.1.4. Система комісіонування	409
4.1.4.1. <i>Роботи для комісіонування великих упаковок</i>	410
4.1.4.2. <i>Роботи для комісіонування невеликих деталей</i>	413
4.1.4.3. <i>Автоматичне шахтне комісіонування</i>	416
4.1.4.4. <i>Бездокументне комісіонування</i>	418
4.2. Приклади здійснення логістичних систем	420
4.2.1. Логістичні стратегії	420
4.2.2. Логістика постачання або закупівельна логістика	440
4.2.3. Виробнича логістика на прикладі авіаційної збутової компанії	450
4.2.4. Виробнича логістика на прикладі компанії електротехнічної промисловості	456
4.2.5. Розподільна логістика	461
4.2.6. Логістична система складу	463
4.2.7. Режим логістичної системи	466
4.2.8. Логістика транспортних послуг	468
4.2.9. Логістика утилізації	479
Список літератури до розділу 4	489
Контрольні запитання	489

Навчальне видання

ГРИГОРОВ Отто Володимирович
АНИЩЕНКО Галина Оттівна
СТРИЖАК Всеволод Вікторович
ПЕТРЕНКО Надія Олександрівна
СТРИЖАК Мар'яна Георгіївна
ЦЕБРЕНКО Максим В'ячеславович
ОКУНЬ Антон Олександрович
ЗЮБАНОВА Дар'я Михайлівна

ТЕХНІКА МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

Навчальний посібник
для студентів вищих навчальних закладів
спеціалізації «Інженерія логістичних систем»

Роботу до видання рекомендував *Шелковий О. М.*

Редактори *Яковлєва Л.Л., Козюк О.В.*

План 2017 р., поз. 99

Підп. до друку р. Формат 60 × 84 1/16. Папір офсетний.
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 29,9. Наклад 300 прим.
Зам. № 237. Ціна договірна.

Видавець і виготовлювач
Видавничий центр НТУ «ХПІ».
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.
61002, Харків, вул. Кирпичова, 2
